

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О. М. БЕКЕТОВА

Н. В. ДОЦЕНКО
Л. Ю. САБАДОШ
І. В. ЧУМАЧЕНКО

МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМИ
РЕСУРСАМИ ПРИ ФОРМУВАННІ
КОМАНД МУЛЬТИПРОЕКТІВ ТА
ПРОГРАМ

МОНОГРАФІЯ

За загальною редакцією І. В. Чумаченко

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2015

УДК 65.012.32:331.101.262:004.453

ББК 65.291.21+65.240.32.973-018.2

Д71

Автори:

Доценко Наталія Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент;

Сабадош Любомир Юрійович, кандидат технічних наук;

Чумаченко Ігор Володимирович, доктор технічних наук, професор

Рецензенти:

Бушусєв Сергій Дмитрович, доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, завідувач кафедри управління проектами Київського національного університету будівництва та архітектури;

Кононенко Ігор Володимирович, доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, завідувач кафедри стратегічного управління Національного технічного університету “ХПІ”;

Чернов Сергій Костянтинович, доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, завідувач кафедри управління проектами Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

*Рекомендовано на засіданні Вченої ради Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова
протокол № 8 від 11 березня 2015 р.*

Доценко Н. В.

Д71

Методи управління людськими ресурсами при формуванні команд мультипроектів та програм : монографія / Н. В. Доценко, Л. Ю. Сабадош, І. В. Чумаченко ; за заг. ред. І. В. Чумаченко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 201 с.

ISBN 978-966-695-357-8

Монографія присвячена розробці моделей та методів управління людськими ресурсами при формуванні команд мультипроектів та програм. Урахування принципів адаптації та резервування при формуванні команди проекту в мультипроектному середовищі підвищує життєздатність проектів та програмам.

Для фахівців, які займаються управлінням проектами та програмами, прагнуть поглибити свої знання та використати їх на практиці.

УДК 65.012.32:331.101.262:004.453

ББК 65.291.21+65.240.32.973-018.2

© Н. В. Доценко, Л. Ю. Сабадош, І. В. Чумаченко, 2015
ISBN 978-966-695-357-8 © ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015

Ministry of Education and Science of Ukraine

BEKETOV NATIONAL UNIVERSITY
OF URBAN ECONOMY IN KHARKIV

N. Dotsenko
L. Sabadosh
I. Chumachenko

METHODS OF HUMAN RESOURCE
MANAGEMENT IN FORMING OF MULTI PROJECT
AND PROGRAM TEAMS

Monograph

Edited by I. Chumachenko

Kharkiv
Beketov NUUE
2015

УДК 65.012.32:331.101.262:004.453

ББК 65.291.21+65.240.32.973-018.2

Д71

Authors:

Dotsenko Natalia, Candidate of Technical Sciences, Docent;

Sabadosh Lubomyr, Candidate of Technical Sciences;

Chumachenko Igor, Doctor of Technical Sciences, Professor

Reviewers:

Bushuev Sergey, Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science of Ukraine, State Prize of Ukraine in Science and Technology, Head of Project Management Department of Kyiv National University of Construction and Architecture;

Kononenko Igor, Doctor of Technical Sciences, Professor, State Prize of Ukraine in Science and Technology, Head of Strategic Management Department of National Technical University "KhPI";

Chernov Sergey, Doctor of Technical Sciences, Professor, State Prize of Ukraine in Science and Technology, Head of Project Management Department of Admiral Makarov National University of Shipbuilding

*Approved for publishing by Scientific Council
of Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv
protocol №8 of 11.03.2015*

Dotsenko N.

Д71 Methods of Human Resource Management in forming of multi project and program teams: monograph / N. Dotsenko, L. Sabadosh, I. Chumachenko; Edited by I. Chumachenko; Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv. – Kharkiv: Beketov NUUE, 2015. – 201 pages.

ISBN 978-966-695-357-8

The monograph is devoted to development of models and methods of human resource management in the formation of the multi projects and programs teams. The principle of adaptation and redundancy when forming teams in a multi-project environment increases the viability of projects and programs.

For professionals that are managing projects and programs and aim to deepen their knowledge and use it in practice.

УДК 65.012.32:331.101.262:004.453

ББК 65.291.21+65.240.32.973-018.2

ISBN 978-966-695-357-8

© Dotsenko N., Sabadosh L., Chumachenko I., 2015

© BEKETOV NUUE, 2015

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1	8
АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ ПРИ ФОРМУВАННІ КОМАНД В МУЛЬТИПРОЕКТНОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....	8
1.1 Управління людськими ресурсами в мультипроектному середовищі.....	8
1.1.1 Особливості управління в мультипроектному середовищі.....	6
1.1.2 Управління ресурсами у мультипроектному середовищі.....	17
1.2 Моделі і методи формування команди проекту	20
1.2.1 Підходи до формування команди проекту.....	20
1.2.2 Моделі формування команди.....	28
1.2.3 Методи формування команди.....	33
1.3 Моделі та методи розподілу ресурсів в проектах і мультипроектах	35
1.4 Висновки до розділу 1	45
РОЗДІЛ 2	47
КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ.....	47
2.1 Комплексний підхід до формування команди проекту.....	47
2.2 Управління компетенціями при формуванні команди мультипроекту.....	50
2.3. Методика управління компетенціями при формуванні команди мультипроекту.....	55
2.4 Висновки до розділу 2	58
РОЗДІЛ 3	59
МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТІВ І ПРОГРАМ ПЕРСОНАЛОМ.....	59
3.1 Постановка задачі забезпечення проектів та програм у мультипроектному середовищі.....	59
3.2 Метод забезпечення проектів та програм у мультипроектному середовищі.....	60
3.3 Рішення поетапних задач методу забезпечення проектів і програм персоналом	61
3.4 Приклад формування мультипроектних команд	66
3.5 Висновки до розділу 3	79

РОЗДІЛ 4.....	81
МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ КОМАНДИ ПРОЕКТУ З ЗАДАНИМИ ОБМЕЖЕННЯМИ.....	81
4.1 Постановка задачі формування команди проекту з обмеженням на функціональні обов'язки	81
4.2 Формування команди проекту з обмеженнями на функціональні обов'язки.....	85
4.3 Процедура формування команди проекту з обмеженнями на функціональні обов'язки	87
4.4 Приклад формування команди проекту з обмеженнями на функціональні обов'язки	88
4.5 Формування команди проекту з обмеженнями на склад команди ...	99
4.6 Висновки до розділу 4.....	119
РОЗДІЛ 5.....	120
МЕТОД ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНОЇ КОМАНДИ ПРОЕКТУ	120
5.1 Питання перерозподілу ресурсів у проекті	120
5.2. Метод формування адаптивної команди	121
5.3 Визначення складу адаптивної команди проекту і її функціональних можливостей при обмеженнях на суміщення функціональних обов'язків	127
5.4 Висновки до розділу 5.....	141
РОЗДІЛ 6.....	142
ІНСТРУМЕНТАРІЙ ФОРМУВАННЯ ПРОЕКТНИХ КОМАНД.....	142
6.1 Аналіз програмно-апаратних засобів автоматизації процесу вирішення задач управління ресурсами при управлінні проектами	142
6.2 Програмне забезпечення для вирішення задачі призначення ресурсів у проекті	147
6.2.1 Опис програмного забезпечення для вирішення задачі призначення ресурсів у проекті.....	147
6.2.2 Приклад застосування програмного забезпечення для вирішення задачі призначення ресурсів у проекті.....	148
6.2.3 Застосування програмного забезпечення при формуванні команди мультипроекту "МСРПІ-77М"	154
6.3 Висновки до розділу 6.....	166
ВИСНОВКИ.....	167
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	170
ДОДАТОК А.....	187
ПРИКЛАДИ ПОБУДОВИ КОМАНДИ ПРОЕКТУ.....	187

Вступ

Нестабільне економічне середовище, зниження інвестицій в реалізацію проектів в Україні, підвищення ризиків невчасного виконання проектів з перевищенням бюджету призводить до необхідності застосування сучасних засобів управління проектами та програмами.

Управління людськими ресурсами безпосередньо впливає на ефективність управління. Тому зараз, коли значно підвищилась мобільність персоналу внаслідок політичних змін та ризики, пов'язані з людським чинником (крім, класичних звільнень, хвороб, конфліктів, з'явився ризик мобілізації членів команди проекту), розробка методів формування команди проекту з урахуванням її адаптивності та можливості зміни свого складу при зміні оточення стає актуальною задачею.

Реалізація проектів в мультипроектному середовищі висуває додаткові вимоги до планування людських ресурсів, методів формування команди мультипроектів та методів управління командою.

Урахування принципів адаптації та резервування при формуванні команди проекту в мультипроектному середовищі підвищує життєздатність проектів та програм.

Розроблені методи та програмні засоби, що розглядаються в монографії базуються на отриманих наукових результатах, описаних в працях [1-16].

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ ПРИ ФОРМУВАННІ КОМАНД В МУЛЬТИПРОЕКТНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

1.1 Управління людськими ресурсами в мультипроектному середовищі

1.1.1 Особливості управління в мультипроектному середовищі

Управління проектами – це професійна творча діяльність з керівництва людськими та матеріальними ресурсами шляхом застосування сучасних методів, засобів та мистецтва управління для успішного досягнення попередньо визначених цілей при заданих вимогах до термінів, бюджету та характеристик очікуваних результатів проектів [17].

Проектний менеджмент дозволяє керівнику бачити стан справ в портфелі проектів, проводити його балансування, прогнозування та управління процесами проектів, забезпечує планування та розподілення ресурсів проектів та портфелів.

Застосування методології управління проектами дає проектному менеджеру підстави для обґрунтування потреб в ресурсах, дозволяє проводити ефективне планування ресурсів (як матеріальних, так і нематеріальних) з використанням сучасних засобів автоматизації управління проектами, узгоджувати дії з іншими проектами компанії, забезпечувати встановлену якість.

У загальному вигляді сутність управління проектами полягає в визначенні вимог та обмежень проекту, визначенні

цілей, розв'язанні протиріч вимог між зацікавленими сторонами, та між внутрішніми параметрами проекту (якість, зміст, час та вартість), виконанні дій по проекту, контролі та моніторингу робіт по проекту, корекції планів, завершення проекту [18].

Існує велика кількість визначень терміну проект, програма, портфель проектів. Наведемо найбільш поширені.

“Проект – це тимчасове підприємство, призначене для створення унікальних продуктів, послуг або результатів” [19, 20].

Проект – унікальний процес, що складається із сукупності скоординованої й керованої діяльності з початковою й кінцевою датами, початий для досягнення мети, що відповідає конкретним вимогам, включаючи обмеження строків, вартості й ресурсів (ISO 9000) [19, 20].

“Програма – це сукупність проектів або проект, який відрізняється особливою складністю створюваної продукції та/ або методів управління його здійсненням” [21].

“Програма – це діяльність, у якій органічно об'єднана група проектів для досягнення місії програми. Програма – складна група проектів, життєві цикли яких вписані в життєвий цикл програми” [20].

“Програма – це ряд пов'язаних один з одним проектів, управління якими координуються для досягнення переваг та ступеня керованості, недосяжних при управлінні ними окремо. Програми можуть містити елементи робіт, які мають до них відношення, але виходять за рамками змісту окремих проектів програми” [21].

Портфелі проектів – набір проектів (не обов'язково технологічно залежних), які реалізуються організацією в умовах ресурсних обмежень та забезпечують досягнення стратегічних цілей [19, 20].

Управління проектами - це застосування знань, навичок,

інструментів і методів до робіт проекту для задоволення вимог, висунутих до проекту.

Основними характеристиками проектів є тимчасовість, унікальність, спрямованість на досягнення мети. Для проектів також характерна послідовна розробка.

Кожен проект є унікальним, однак ступінь унікальності проектів може бути різною. Наприклад, запуск андроїдного колайдера має значно більшу унікальність, ніж проект будівництва багатоповерхівки.

Саме унікальність проекту безпосередньо впливає на процес вибору методології управління проектами. Останні роки характеризуються необхідністю розробки типових проектів, що дозволить формалізувати процеси управління проектами, знизити вплив людського чинника. Однак, ця тенденція не порушує принципової унікальності кожного проекту.

Характеристика тимчасовість показує, що будь-який проект має дату початку та дату закінчення, чітко встановлений термін реалізації. Звісно, залежно від розміру та типу проекту час реалізації проекту може коливатися від кількох місяців до десятиліть.

Проекти не є діяльністю, яка постійно повторюється. Тимчасовість не розповсюджується на результат проекту (продукт або послугу).

Усі проекти спрямовані на отримання певних результатів, на досягнення комплексу взаємопов'язаних цілей проекту. Проекти, як правило, використовуються як інструмент досягнення стратегічного плану розвитку організації. Згідно японської методології управління проектами саме через проекти та програми здійснюється розвиток організації.

Прикладами проектів є розробка та впровадження програмного забезпечення, будівництво багатоповерхівки,

розробка нового пристрою, зйомка фільму, модернізація літака та ін.

Галузі застосування проектного підходу досить різноманітні: аерокосмічна, оборонна, будівництво, ІТ-галузь, комунальне господарство, телекомунікаційна, нафтогазова, навіть шоу-бізнес. Таким чином, важко уявити галузь, у якій неможливо було б застосувати методологію управління проектами, але не завжди це доцільно.

Існує дві крайнощі при визначенні виду діяльності: одні організації не визнають проектного підходу, інші прагнуть бачити проект у будь-якій діяльності. З метою визначення виду діяльності доцільно використовувати опитники, які дозволяють визначитися, з чим Ви маєте справу.

Основі аспекти, яким слід приділити увагу:

- рівень новизни задачі (інноваційний характер розробки, ступень визначеності проблеми, чи має організація досвід в вирішенні подібних задач);
- складність проблеми (междисциплінарний та міжгалузовий характер, комплексність проблеми, масштаб задачі);
- вимоги до людських ресурсів (необхідність створення команди проекту, залучення до виконання фахівців з різних підрозділів, система мотивації, лідерство та ін.);
- ризики.

Мультиплікативні проекти хоч і є групою незалежних один від одного проектів, однак управляються в певній організації за допомогою одного і того ж пулу ресурсів.

При впровадженні проектного підходу організація оцінює свій рівень зрілості з управління проектами, проводить аналіз вигід/витрат.

Основними факторами ініціації впровадження проектного підходу є неможливість реалізувати проекти організації при заданих обмеженнях особливо в період кризи, або успіхи, які вже досягли конкуренти, що впровадили

проектний менеджмент, реалізація проектів в іноземних або сумісних компаніях, в яких впроваджено управління проектами. Важливим фактором також є готовність генерального директора або головного менеджера впроваджувати підхід.

Оскільки будь-які зміни сприймаються в організації з пересторогою, необхідно проводити роз'яснювальну роботу, показувати переваги застосованого підходу. Ще однією проблемою є недостатня кількість кваліфікованих проектних менеджерів з досвідом роботи та відсутність розуміння у керівника, що може виправити управління проектами, а що ні.

При прийнятті рішення про впровадження проектного підходу необхідно визначити типи впровадження:

- повне копіювання західної моделі (PMBok, PRINCE2 та ін.) або східної моделі (P2M) проектного менеджменту;
- використання накопиченого у компанії досвіду;
- адаптація досвіду інших проектних компаній або методологій управління проектами.

Найбільш перспективним шляхом є адаптація досвіду та методологій управління проектами. Це дозволяє з одного боку впровадити ефективні методи управління, з іншого – врахувати специфіку організації.

Сучасні умови функціонування організації характеризуються високим рівнем конкуренції, нестабільністю економічної ситуації, необхідністю диверсифікації бізнесу і застосування сучасних методів управління.

Перехід до мультипроектного управління є наслідком розширення сфер застосування проектно-орієнтованої діяльності, збільшення масштабів та складності проектів [17-18]. Мультипроект - це проект, що складається з декількох,

технологічно незалежних проєктів, об'єднаних спільними ресурсами (фінансовими і матеріальними) [19].

Недостатня координації ресурсів і дій, слабкі зв'язки із зацікавленими сторонами, і, як наслідок, незадоволеність клієнтів, недостатня оцінка тривалості робіт і витрат за проєктом, що приводить до великих витрат часу і грошей, неадекватне планування ресурсів і дій, неякісний моніторинг проєкту, при якому відхилення виявляються занадто пізно, недостатній контроль якості продукту призводять до необхідності впровадження методології управління мультипроєктами та програмами.

У рамках традиційного підходу до мультипроєктного управління [20] управління мультипроєктом зводиться до інтеграції мережових графіків, ресурсного планування мультипроєкту, координації виконання проєкту. Одне з призначень мультипроєктного управління - підвищення ефективності використання ресурсів мультипроєкту.

Відмінною особливістю мультипроєктного управління є високий рівень цілепокладання та управління. Застосування ціннісного підходу до управління програмами і мультипроєктами є основою японської методології Project and Program Management P2M [21].

Оскільки методологія P2M спрямована на ефективне управління як проєктами, так і програмами, то особлива увага приділяється питанням інтеграції всіх підпроєктів. При управлінні програмами Program Management необхідно розглядати фундаментальні елементи: місію (визначення місії проєкту), архітектуру (структура взаємозв'язків проєкту), суспільство (віртуальний простір для інтеграції інтелектуального профілю управління проєктом), оцінку; а також враховувати особливості інтеграційного менеджменту.

Program Management в методології P2M описує управління програмами шляхом визначення основних

атрибутів, фреймів, проведення профілювання, управління стратегією програми, управління архітектурою програми, управління платформою, управління життєвим циклом програми, управління значенням і цінністю.

Масштаб мультипроекту висуває додаткові вимоги до життєвого циклу [22], підвищення якості управління, дотримання бюджету і термінів при виконанні робіт, зниження витрат, досягнення стратегічних цілей.

Застосування методології управління проектами надає керівнику постійний доступ до «загальної картини» стану справ у портфелі проектів, прогнозування та управління результатами виконання проектів, оцінку потреби компанії в ресурсах, можливості щодо виконання нових проектів; менеджеру проекту - обґрунтування потреби проекту в ресурсах, ефективне планування роботи, контроль виконання та прогнозування результатів, узгодженість з іншими проектами, що ведуться одночасно; проектним організаціям - більш ефективне використання власних ресурсів, зниження простою співробітників і обладнання [23, 24].

В роботі [25] для забезпечення управління проектами та програмами з максимальним урахуванням їх характеристик (тимчасовість, унікальність, орієнтація на місію програми, мінливість, соціальна конструкція) пропонується використовувати модель управління "4 - D":

- D 1 - Define it;
- D 2 - Design it;
- D 3 - Do it;
- D 4 - Develop it.

У даний час найбільшого поширення набула методологія управління проектами РМІ РМВоК. Аналіз останніх редакцій стандарту показав, що в останні роки змінився похід до управління людськими ресурсами в проекті [26, 27]. У

стандарті PMBoK (п'ята редакція, 2013) виділена нова область знань - управління зацікавленими сторонами, що включає процеси ідентифікації зацікавлених сторін, планування управління зацікавленими сторонами, управління зобов'язаннями перед зацікавленими сторонами, контроль зобов'язань перед зацікавленими сторонами. Крім того, у новій редакції стандарту відзначається можливість застосування гнучких життєвих циклів, що особливо актуально при управлінні проектами в галузі інформаційних технологій.

Як зазначає ДеКарло Д. у роботі [28], «екстремальне управління проектами - це гнучка і динамічна модель для проектів будь-якого типу, характеристиками яких є високі швидкість і невизначеність, і в яких невдача неприпустима». Таким чином, відзначаються підвищені вимоги до адаптивності команди управління проектами, що особливо актуально в мультипроектах і портфелях проектів.

Кендалл І., Роллінз К. у роботі [29] виділили такі ознаки недосконалості стратегічного планування компанії, що реалізує мультипроектне управління:

- конкуренція за ресурси між керівниками проектів та власниками ресурсів;
- відсутність системи пріоритизації проектів, часта зміна пріоритетів;
- відсутність контролю ресурсної реалізованості проекту на стадії ініціації;
- недосконалість системи управління змінами.

Під портфелем проектів розуміють сукупність проектів, що знаходяться в компетенції одного центру відповідальності [32]. Проекти, що входять у портфель проектів, виконуються, як правило, на загальному пулі ресурсів, при цьому пул ресурсів і результати всіх проектів перебувають у компетенції одного центру відповідальності.

Основними умовами формування портфеля проектів є визначення проектів, що входять у портфель, визначення центру відповідальності (керівника або керівного органу), створення пулу ресурсів. На відміну від проекту, мультипроекту і програми, портфель проектів не обмежений у часі. У будь-який момент часу в портфелі вже існують проекти, що виконуються.

Управління мультипроектами, портфелями проектів та програмами при обмежених ресурсах призводить до необхідності використання принципу багатозадачності [29], при якому спостерігається використання одного й того ж ресурсу одночасно для вирішення більш ніж однієї задачі.

Застосування при управлінні проектами принципу ієрархічності дозволяє проводити планування проекту із заданим ступенем точності, що досягається за рахунок забезпечення можливості проведення декомпозиції робіт, ресурсів, ризиків.

Під ієрархічною структурою ресурсів мультипроекту розуміють ієрархічну структуру ідентифікованих ресурсів за категоріями і типами ресурсів мультипроекту і проектів, що входять до складу мультипроекту.

У роботі [38] відзначають, що серед основних компонент, що визначають успіх проекту, найбільш мінливими є навички персоналу, що формує команду, а також вимоги до команди проекту.

Ефективність управління комплексними проектами залежить не тільки від наявності технічних компетенцій учасників команди, але і від їх емоційного і комунікаційного інтелекту [39]. Ларі Річман [40] вказує, що проектний менеджер повинен володіти також поведінковими, інтеграційними, технічними, організаційними компетенціями.

Організаційні зміни - це процес переходу системи в якісно інший стан у відповідності з уявленням команди про цілі [43]. У більшості випадків організаційні перетворення є результатом впровадження моделі «ТО ВЕ», побудованої на основі аналізу моделей AS IS [44]. Організаційні зміни спрямовані на підвищення ефективності управління.

У роботі [45] досліджено проблеми управління організаційно-економічними процесами в умовах невизначеності, що характерно для проектного менеджменту.

Окремі питання, пов'язані з управлінням проектами в умовах невизначеності, розглянуті в теорії нечітких множин, теорії ігор, дослідженні операцій.

1.1.2 Управління ресурсами у мультипроектному середовищі

Ресурсна реалізованість мультипроекту безпосередньо залежить від наявності стратегічного ресурсу в організації. З метою виявлення даного ресурсу необхідно провести аналіз ресурсів, необхідних для реалізації всіх проектів організації, і вибрати ресурс, що визначає кількість проектів, яку здатна виконати організація [29].

Питання залучення ресурсів у команду проекту та їх виведення із проекту розглянуті в роботі [30]. З метою мінімізації витрат на утримання в проекті незадіяних людських ресурсів пропонується на етапі формування ієрархічної структури робіт проекту використовувати ресурсний метод формування комплексів робіт. Основними методами оптимізації витрат на персонал є адміністративний, функціональний та процесний методи [31].

Ефективне управління ресурсами мультипроекту неможливо без застосування узагальненого підходу на макрорівні, при якому об'єктами управління служать ресурсні

пули, а не окремі виконавці [29].

Питання планування людських ресурсів при управлінні проектами та програмами нерозривно пов'язане з плануванням діяльності корпорації [33].

Практика мультипроектного управління в проектно-орієнтованих компаніях показує, що при відсутності резервування ключових фігур команди, існуючі традиційні методи підвищення ефективності управління за рахунок вирівнювання ресурсів між проектами виявляються малоефективними.

Важливість застосування спеціалізованих підходів до управління людськими ресурсами відзначається в роботі [34]. Застосування методів формалізації об'єктів за рахунок використання технологій у загальному процесі управління й використання комп'ютерних органайзерів БІГ-Майстер дозволяє знизити вплив суб'єктивного чинника при управлінні людськими ресурсами.

У роботах [35, 36] вказують на необхідність застосування спеціалізованого інструментарію для управління ресурсами проектів:

- диграф взаємозв'язків;
- матриця прийняття рішення MartinTate;
- чотирьохстадійна модель створення команди;
- реєстр навичок і карта бальної оцінки прихильності.

Збільшення масштабів проектів призводить до необхідності автоматизації процесу формування команди проекту, використання спеціалізованих симуляторів [37], що дозволить побудувати моделі реалізації проектів і програм.

Основні відмінності управління людськими ресурсами від управління персоналом наведені в таблиці 1.1 [41, 42].

Таблиця 1.1 – Порівняння управління людськими ресурсами і управління персоналом

Критерій	Управління людськими ресурсами	Управління персоналом
Визначення	«Стратегічний та узгоджений підхід до управління найціннішими активами організації: працюючими там людьми, які вносять індивідуальний і колективний внесок у досягнення її цілей» [42]	«Займається отриманням, організацією, мотивацією людських ресурсів, необхідних підприємству» [42]
Кадрова політика	Активна за допомогою здобуття людськими ресурсами стратегічного виміру. Відповідальність за реалізацію лежить на лінійних менеджерах	Пасивна і реактивна кадрова політика
Акцент в управлінні	Управлінський штат	Рядові працівники
Цінності	Індивідуалістичні	Колективистські
Корпоративна культура	Сильна, адаптивна, яка стимулює розвиток	Спрямована на забезпечення функціонування

У роботі [32] наводяться відмінності людських і трудових ресурсів проекту: людські ресурси розглядаються як сукупність професійних, ділових, особистісних якостей учасників проекту та членів команди проекту та їх можливостей (вплив, «вага», зв'язки), які можуть бути використані при здійсненні проекту. Трудові ресурси - частина людських ресурсів, вимірюваний ресурс у проекті.

Для мультипроектного управління характерні складності при побудові команд проекту. В основі розглянутого в роботі [19] підходу лежить ідея агрегованого опису проекту у вигляді окремої операції. Використання агрегованих описів усіх проектів дозволяє представити задачу формування команди проекту таким чином: на першому етапі вирішується задача розподілу обмежених ресурсів у мультипроектах, як задача розподілу ресурсів по множині незалежних операцій; на другому етапі вирішуються незалежні задачі розподілу ресурсу за кожним проектом окремо.

Оскільки проект є динамічно активною системою, то для його управління доцільно використовувати механізми, описані в роботі [46]. Результати аналізу, наведені в роботі [47] свідчать, що узагальнені вирішення задачі управління організаційними системами є ефективним апаратом моделювання навчання менеджерів проектів, вирішення задачі визначення оптимального числа і складу типових рішень.

1.2 Моделі і методи формування команди проекту

1.2.1 Підходи до формування команди проекту

Команда проекту є одним з критичних чинників успіху проекту. Команда - це група людей, які зібрані для виконання

певної задачі або досягнення певної мети.

Під ефективністю діяльності команди мається на увазі економічна вигідність витрат на її створення, підтримку й стимулювання в порівнянні зі звичайними традиційними формами роботи. Ефективність функціонування команди розглядається в таких аспектах: критерії управління проектами (здатність команди здійснити проект у зазначених рамках (час, бюджет), здатність забезпечити необхідну якість та ін.), критерії організації (організація-виконавець; організація-замовник), критерії вигоди для учасників проекту [48].

Необхідною умовою ефективної командної роботи є орієнтація на результат учасників команди і присутність у команді формального лідера [49]. При оцінці ефективності діяльності команди проекту використовуються такі показники (табл. 1.2) [48].

У роботі [50] описуються два паралельних аспекти формування команди проекту: об'єктивний і персональний. Об'єктивний аспект - причина, по якій створена команда, зосереджений на місії, меті і завданні, які повинні бути вирішені, формує зовнішню програму команди. Персональний аспект має на увазі інші програми, які привносять у групу її члени, свідомо чи несвідомо. Вони формують фундамент міжособистісних рушійних сил, які проявляються у взаємодії членів команди проекту.

В умовах масової індивідуалізації створення ефективних команд набуває більшого значення, ніж у більш ранніх бізнес-моделях. Перехід до мультипроектного управління вимагає від команд ще більшої гнучкості в реагуванні на зміну ринку. Таким чином, тимчасовий характер команд робить проблему формування та керівництва команд актуальною [50].

Таблиця 1.2 – Показники ефективності діяльності команди [48]

<i>Група показників</i>	<i>Показники</i>
Виробничо-економічні	Порівняння вартості робіт (послуг, товарів) з показниками основних конкурентів, порівняння показників якості з аналогічними показниками основних конкурентів, порівняння сервісних показників з аналогічними показниками основних конкурентів, склад додаткових послуг
Ринкової стійкості команди	Порівняння величини ринкової ніші з можливостями основних конкурентів; рівень професіоналізму, «гнучкості» та адаптивності членів команди проекту; рівень внутрішнього і зовнішнього PR
Психологічної стабільності команди	Рівень командного духу; мотиваційні принципи; рівень креативності та адаптивності; комунікативний рівень; рівень психоемоційної стабільності членів команди

У більшості випадків команда проекту - це група фізичних осіб, залучених до прямого і активного управління проектом, мотивованих на загальну мету або результат, зайнятих у проекті значну кількість часу, як правило, від початку до закінчення проекту [51]. Структура команди проекту, як правило, залежить від форми організаційної структури компанії і виду проекту.

Залежно від застосовуваного при формуванні команди проекту підходу, роль і місце команди проекту можуть бути різні (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Позиціонування команди проекту залежно від підходу [48]

Підхід	Позиціонування команди проекту
Системний	Суб'єкт управління щодо процесів і об'єктів управління
Проектний	Наскрізний елемент технології
Психологічний	Самокерований суб'єкт, що постійно розвивається

Товб А.С., Ціпес Г.Л. в роботі [32] відзначають, що для великих проектів характерна наявність трьох типів проектних команд (табл. 1.4). Основним критерієм виділення декількох команд у проекті є доцільність поділу відповідальності між різними учасниками та персоналом проекту за рівнями прийняття рішення.

Таблиця 1.4 – Види команд [32]

Вид команди	Опис	Задачі, що вирішуються
Команда проекту	Організаційна структура проекту, до якої залучено всі особи, які безпосередньо виконують роботи, що представляють інтереси різних учасників проекту	Розробка політики та затвердження стратегії проекту для досягнення цілей
Команда управління проектів	Організаційна структура команди проекту, що включає тих членів команди проекту, які залучені до управління проектом	Виконання всіх управлінських функцій і робіт у проекті в ході його здійснення

Продовження таблиці 1.4

Вид команди	Опис	Задачі, що вирішуються
Команда менеджменту проекту	Організаційна структура проекту, яку очолює керуючий (головний) менеджер проекту. Структура створена на період здійснення проекту або одній зі стадій його життєвого циклу. Топ-менеджмент.	Здійснення політики і стратегії проекту, реалізація стратегічних рішень, здійснення тактичного менеджменту

Практика управління проектами показує, що подібний поділ команд доцільний для великих, змішаних, середньо- і довгострокових проектів, де кількість учасників велика, інтереси суперечливі [32].

Танаєв В.М., Карнаух І.І. [52] виділяють такі типи команд залежно від взаємин усередині команди: робочий колектив; виховний колектив; науково-дослідний; «тепла компанія». При цьому команда розуміється як особлива форма взаємодії спільноти людей, що має лідера, існуюча на базовій психологічній основі - системної комбінації інтертипних взаємовідносин; а ефективна команда - це особливе психологічне утворення, має своєрідні інтегративні характеристики, що роблять її єдиним психологічним механізмом. Формування ефективної команди мультипроектно неможливо без застосування крос-функціональної та крос-культурної інтеграції [52].

Відповідно до класифікації, наведеної в роботі [53], розрізняють такі види команд: однорідні (основна задача -

розподіл обсягів робіт) і неоднорідні (основна задача - розподіл ролей і видів діяльності між агентами, а потім вже - розподіл обсягів робіт); постійні і тимчасові; формальні і неформальні; функціональні та творчі.

Основними стадіями існування команди проекту є створення; інтенсивне формування; нормалізація діяльності; виконання планів з реалізації проекту; трансформація команди або її розформування.

Специфікою формування команди проекту в мультипроектній організації [32] є наступне: частина співробітників беруть участь у кількох проектах, а також у позапроектної діяльності; трудові ресурси призначаються не на один пакет робіт у проекті, при цьому трудовитрати розподіляються між декількома елементами ієрархічної структури робіт.

Факторами, що впливають на формування команд проекту, є:

- стратегічний характер сучасного менеджменту проектів [54, 55];
- різноманіття типів проектних команд [56];
- многопозиційність команди менеджменту проекту (суб'єкт управління, елемент технології здійснення проекту, група індивідумів) [57].

Чисельність і склад команди проекту визначаються розмірами проекту. Так для здійснення проекту силами конкретної компанії при формуванні проектною командою зі співробітників організації, на основі постійної зайнятості або за сумісництвом, для комплексних, довгострокових або міжкорпоративних проектів командою може бути організаційна структура, до складу якої входять особи, які представляють інтереси різних, у тому числі і зовнішніх, учасників проекту.

Аналіз переваг і недоліків збільшення чисельності команди проекту наведено в роботі (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 - Аналіз чисельності команди проекту [58]

Чисельність	Переваги	Недоліки
2	Партнерське співробітництво, обмін думками	Суперництво, потреба в сторонніх експертах
3-4	Гнучка робоча група, знання деталей доступно учасникам команди	У разі 4 осіб можливі проблеми з прийняттям рішень
5-6	Ідеальна група для роботи та прийняття рішення, високий творчий потенціал, узгодження питань без великої втрати часу	Комунікація та управління вимагає більше зусиль, деталі вже не доступні для огляду для всіх учасників
7	Висока концентрація на проблемах і їх вирішенні, креативні рішення	Збільшення накладних витрат, ускладнена комунікація
Більше 7	Рекомендується створення окремих підпроектів	

Основними факторами, що визначають чисельність команди проекту, є компетенції, трудомісткість і тривалість робіт за проектом, режим роботи, доступність персоналу [40]. Одним із факторів ефективної роботи команди проекту є

готовність до гнучкості та адаптивності при будь-яких змінах, що супроводжують проект. Під терміном адаптація будемо розуміти визначення, запропоноване Новіковим Д.А. [59], «процес зміни дій (включаючи в загальному випадку функції та обсяги робіт), обраних членами команди, на основі поточної інформації в умовах, що змінюються».

Основними характеристиками команди є: склад (сукупність характеристик членів команди, важливих для аналізу її як єдиного цілого); структура (облік функцій, які виконуються окремими членами команди, міжособистісних відносин у ній); групові процеси (показники динаміки: процес розвитку, згуртування групи, процес групового тиску, вироблення рішень) [23].

Питання застосування типологічного підходу (принцип максимальної гетерогенності) при формуванні команди проекту були розглянуті в [62]. Гомогенність складу команди проекту негативно впливає на якість вирішення задач проекту, проте знижує рівень комунікаційних бар'єрів. Формування крос-функціональних гетерогенних команд дозволяє підвищити життєздатність, як команди, так і проекту.

У роботі [63] представлена система управління командами Team Management Wheel, в якій розглядаються шляхи підвищення ефективності роботи команди, наводяться рекомендації з питань оцінки сильних сторін керівників, розробки основ ефективної роботи в команді, формування зв'язків і координації діяльності в команді, прискорення роботи, поліпшення продуктивності праці окремих співробітників і команди в цілому.

При формуванні команди ІТ-проектів фахівці IEEE-CS/ASM пропонують використовувати розроблений кодекс програмістів [38], при цьому основна увага приділяється

забезпеченню етичних моментів роботи в програмі. Інститут програмного інжинірингу (SEI) пропонує використовувати на етапі формування команди модель оцінки зрілості функціональних особливостей персоналу (People Capability Maturity Model, P-CMM) [38].

1.2.2 Моделі формування команди

Команда проекту за своєю структурою не є гомогенною. Для мультипроектів характерне створення апарату управління проектом, який складається з групи організації фінансування проекту, групи з реалізації предметної області проекту, групи з прийняття проекту в експлуатацію [48].

З точки зору централізації управління в [53] запропоновано виділяти два основних типи команд: функціональні (робочі групи), де група людей виконує одну функцію; усі члени команди «рівні» між собою й підпорядковані одному керівнику, і творчі, що включають людей з найрізноманітнішими знаннями та навичками, як правило, для досягнення разового результату.

Оскільки команда проекту за своєю природою є інтегрованою сукупністю різноманітних елементів, використання принципів розподілу гомогенних ресурсів не дозволяє врахувати специфіку та вид команди.

Команда проекту змінюється в міру переходу проекту від однієї стадії його життєвого циклу до іншої, при цьому зміни стосуються перерозподілу ролей, функцій і відповідальності серед членів команди проекту [32].

Основні напрямки вирішення задачі формування та функціонування команд наведені в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 - Напрями вирішення задачі формування та функціонування команд [53]

Напрямок	Апарат, що застосовується
Задача про призначення	Оптимізація для вирішення завдань формування складу команд, розподілу ролей та обсягів робіт
Теоретико-ігрові моделі	Теорії ігор для опису і дослідження процесів формування і функціонування команд (модель Маршака-Раднера, моделі колективного стимулювання, моделі репутації та норм діяльності)
Експериментальні дослідження	Імітаційні експерименти, ділові ігри
Рефлексивні моделі	Теорія рефлексивних ігор

Варіанти формування команди проекту з точки зору організацій, що реалізують проект, місця команди проекту, а також особливостей функціонування команди описані в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 - Варіанти формування команди проекту [23]

Організації, що реалізують проект	Місце команди	Коментар
Проект реалізується в рамках підприємства (організації)	Робота над проектом як додаткове завдання в рамках повсякденної діяльності	Включення управління проектом у звичайний ритм роботи. Керівництво організації визначає відповідального керівника проекту, який в рамках організаційної схеми одночасно виконує і свої звичайні обов'язки, і додатково керує проектною командою і має професійний доступ до значимих співробітників
	Класична організація проекту (окрема оргструктура в рамках оргструктури підприємства)	Робота в команді проекту має однозначний пріоритет перед ієрархічними і дисциплінарними відносинами підпорядкування класичної структури підрозділів підприємства. Проект знаходиться під патронажем безпосередньо керівництва підприємства, команда повністю (частково) звільняються від своєї звичайної діяльності

Продовження таблиці 1.7

Організації, що реалізують проект	Місце команди	Коментар
	Змішані форми	<p>Призначається звільнений від інших видів діяльності досвідчений менеджер проекту і, залежно від проекту, залучаються спеціалізовані співробітники, які одночасно займаються своєю звичайною діяльністю. Вся відповідальність лежить на менеджері, який повністю може сконцентруватися на реалізації проекту і має більше свободи при призначенні співробітників останнього</p>
Проект реалізується поза рамками одного підприємства	Команда формується із представників різних організацій	Під конкретний проект створюються специфічні структурні утворення, які є адаптивними організаційними структурами

У роботі [60] визначено чотири етапи еволюції проектної команди:

- формування: учасники команди визначають цілі, ролі та напрямки роботи;
- «утрашення»: команда встановлює правила і процедури прийняття рішень і, як правило, переглядає ролі і відповідальність;
- нормування: здійснюються процедури, стандарти і критерії;
- виконання: команда починає функціонувати як ціле.

Розгляд команд проекту з точки зору можливості до організації [61] дозволяє розглядати самоорганізацію команди як динамічний процес самостійного прийняття рішень і здійснення дій, що дозволяє зробити оптимальний вибір з множини варіантів рішень і дій та провести відповідне коригування ходу проекту.

Основним недоліком застосування підходу самоорганізації команди проекту є розмір команди (самоорганізація застосовна до управлінської ланки проекту (команди або групи менеджменту проекту) або коли вся команда проекту не перевищує 10-12 осіб).

Аналіз найбільш часто використовуваних моделей: Майерса-Бріггса (MBTI), модель фундаментальних міжособистісних відносин орієнтації-поведінки (FIRO-B), модель сортування темпераментів Кірсі [64], модель взаємодії між процесами Келера [65], інвентарний перелік шаблонів робочих стилів (WorkStyle Patterns Inventory) [38], показав, що більшість моделей враховують тільки психологічні аспекти формування команди проекту, при цьому не враховують аспекти адаптації команди проекту, крім того, всі ці моделі носять статичний характер.

У разі мультипроектного управління для кожного проекту формується модель команди, агрегування яких

відображає модель функціонування системи. Загальна інтегральна модель компетенцій команди містить загальні для всіх членів команди стандарти поведінки, норми і вимоги [67, 68].

1.2.3 Методи формування команди

Методи компетенцій, описані в роботі [66], зосереджені на визначенні, вимірюванні і розвитку людських якостей, які прогнозують найкраще виконання робіт. Використання компетенцій являють собою метод, який може бути інтегрований в усі функції управління людськими ресурсами: відбір, оцінка виконання, планування кар'єри та заміщення, компенсація, розвиток і навчання.

В роботі [69] виділяють такі підходи до вирішення задачі формування складу активної системи на підставі розгляду завдань стимулювання:

- «лобовий» розгляд всіх можливих комбінацій потенційних учасників активної системи. Перевагою методу є знаходження оптимального рішення, недоліком - висока обчислювальна складність;
- методи локальної оптимізації (перебір складів активної системи з деякої множини певного складу). Перевагою методу є менша обчислювальна складність, недоліки - евристичні методи не дають оптимального рішення, потрібно оцінювання їхньої гарантованої ефективності.
- виключення явно неефективних комбінацій агентів на підставі аналізу специфіки завдання стимулювання. Переваги методу - обчислювальна складність різко скорочується і вдається отримати точне (оптимальне) рішення, недолік - обмеження області застосування методу.

Балашов В.Г., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. пропонують розглядати формування команди проекту як синтез гри зі змінним складом, тобто вирішується завдання пошуку множини активних гравців, що забезпечує або максимум функціоналу, що відображає інтереси і переваги ОПр (центру, керівника проекту та ін.) і визначеного в загальному випадку на множині векторів дій всіх агентів, або максимум функціоналу, що відображає інтереси і переваги самих агентів [69].

Урахування вимог до дублювання функцій в команді проекту забезпечує необхідну надійність проекту, проте призводить до надмірності як елементного складу, так і функцій, зв'язків і т.д. В роботі [69] відзначається, що підвищення надійності за допомогою збільшення надмірності вимагає певних витрат, зміни інформаційного навантаження на учасників системи, зміни структури підпорядкованості і т.д., вплив яких може призвести до зміни ефективності управління, і призводить до необхідності вирішення оптимізаційної задачі визначення раціонального компромісу між змінами надійності та ефективності.

Використання пулів ресурсів дозволяє розділити робочі навантаження і виключити взаємовиключне споживання певних ресурсів робочими навантаженнями [70]. Динамічні пули ресурсів забезпечують механізм динамічного регулювання розподілу ресурсів кожного пулу у відповідь на зміни, що відбуваються в проекті.

Етапи планування ресурсів портфеля проектів [32]:

- 1) формування проектним офісів, фондів робочого часу, папок проектів та ін.;
- 2) розробка керівником проектів структури робіт і кошторисів трудовитрат проекту, які затверджуються директором проектів;

- 3) внесення проектним офісом у таблиці співробітників проекту і робіт, на які призначений співробітник;
- 4) розробка керівниками проектів бюджетів проекту, які затверджуються директором проектів.

У рамках управління людськими ресурсами виділяють задачі самоорганізації проектних команд для ефективного виконання проекту [61]. Самоорганізація команд досягається за рахунок застосування встановлених норм і правил, інструментів і дій, використовуваних з метою забезпечення процесів саморегулювання, самонавчання і самоорганізації команд мультипроекту. Принципи самоорганізації найбільш ефективні для невеликих команд.

1.3 Моделі та методи розподілу ресурсів в проектах і мультипроектах

Розподіл ресурсів між членами команди проекту є етапом формування команди проекту.

Згідно з дослідженнями, проведеними в роботі [50] робоча сила буде еволюціонувати в бік гнучких команд людей з різних організацій і ззовні організаційних кордонів. Дані команди будуть утворюватися, виконувати, розпадатися і реформуватися відповідно до вимог ланцюжка цінностей.

Аналіз, наведений у роботі [51], показав, що у великих проектах найчастіше не вдається забезпечити повну зайнятість керівника і команди. Відзначається, що в такому випадку частину вільного часу, і співробітників команди, і керівника доцільно зайняти іншим проектом, що особливо актуально для мультипроектної організацій. Перерозподіл ресурсів, що тимчасово звільнилися, дозволить не виводити виконавців з проектного середовища.

Команда проекту може бути представлена, як сукупність функціональних ролей, кожна з яких можуть виконувати як одна, так і кілька осіб.

Існують різні підходи до розподілу командних ролей. У роботі [51] описані такі моделі розподілу ролей:

- ролі, що виконуються членами команди: ролі, орієнтовані на виконання задач команди, ролі, орієнтовані на створення / підтримання роботи команди, індивідуальні (нефункціональні) ролі;
- розподіл ролей на основі типів поведінки: керівники (directors), «загальні друзі» (socializers), «особисті друзі» (relaters), мислителі (thinkers).

Класичний підхід до розподілу ролей між учасниками проектної команди був запропонований Р.М. Белбіном. У кожній проектній команді, яка прагне ефективно організувати свою роботу, незалежно від чисельності команди проекту виділяють окремі ролі: провідний, голова, оформлювач, генератор ідей, критик, робоча «бджола», соціалізатор, добувач, завершальний. Р.М. Белбін підкреслює, що термін командна роль характеризує особливості поведінки саме в команді, і може не збігатися з функціональною роллю людини, що значно знижує продуктивність [71].

Присутність у команді комбінації ролей (що особливо характерно для невеликих проектів) призводить до необхідності розгляду допустимості комбінації даних ролей, можливості формування «багаторолевих взаємин».

Одним з початкових етапів створення команди проекту є визначення рольових кластерів (role clusters), виявлення їх цілей і областей компетенцій. Зміст і призначення кластерів визначається специфікою проекту, обраною методологією управління проектами. Так при застосуванні методології управління проектами MSF виділяють наступні рольові кластери моделей проектної групи: управління продуктом,

управління програмою, розробка, тестування, задоволення споживача і управління випуском [72].

Оскільки задача формування команди проекту належить до задач покриття й вимагає спеціальних методів рішення, складність її вирішення зростає зі збільшенням чисельності команди проекту. З метою зниження розмірності задачі доцільно розглядати кластери компетенцій, що дозволить виробляти агрегування інформації.

Формування кластеру компетенцій передбачає виявлення певних наборів тісно пов'язаних між собою компетенцій. Об'єднання компетенцій, як правило, базується на індикаторах поведінки.

У відповідності з моделлю MSF команди проекту мають властивості багатопрофільності, що особливо характерно для гнучких методологій управління проектами.

Перекриття в процесі реалізації проекту різних кластерів компетенцій забезпечує процеси крос-професійної інтеграції команди проекту. Кожен кластер може бути представлений різною кількістю співробітників залежно від виду, розміру проекту, його складності.

На етапі формування команди проекту проводиться стратометричний відбір, у результаті якого вся сукупність претендентів ділиться на групи (страти), що володіють певними характеристиками (досвід реалізації аналогічних проектів, рівень компетенції, професійний і емоційний інтелект і т.д.) у подальшому відбираються претенденти в команду проекту з відповідними характеристиками.

У роботі [61] особлива увага приділяється проблемі вирівнювання та ротації людських ресурсів, задіяних у мультипроектному управлінні проектно-орієнтованих організацій.

Застосування ресурсного критичного шляху дозволяє виявити вузькі місця в проекті.

Запропонована в роботі [73] модель управління ключовими компетенціями, дозволяє проводити управління ресурсами на системному рівні - тобто на рівні змін у загальній системі управління проектно-орієнтованої компанії.

Пропонований підхід ґрунтується на концепції Центрів компетенцій, створюваних навколо найбільш затребуваних у проектах компанії компетенцій та їх носіїв - ключових фахівців. Таким чином, актуальним питанням є розвиток людських ресурсів як основи Центрів компетенцій.

Як наголошується в роботі [51] для ефективної роботи команди окрім командних ролей необхідне правильне розуміння й збалансованість функціональних ролей співробітників. Узагальнюючи методологію управління проектами PMI PMBoK і стандарт IPMA, приклад збалансованої системи має вигляд, наведений у таблиці 1.8.

У загальному випадку під компетенцією розуміють «продемонстровану спроможність особи виконувати завдання та обов'язки за професійним стандартом»; «спроможність і готовність використовувати знання, уміння та особистісні, соціальні, методологічні аспекти в умовах навчання або роботи, а також для професійного та особистісного розвитку» [74].

Рівень компетенції також відповідає надбаним навичкам та умінням, які дозволяють особі виконувати свої функції при заданих обставинах.

Таблиця 1.8 - Збалансована система функціональних ролей співробітників [51]

	Загальне управління проектом	Управління цілями, роботами	Управління часовими	Управління вартістю	Управління командою	Управління якістю	Управління комунікаціями	Управління ризиками	Управління поставками	Управління безпекою
Керівник проекту	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Інженер-координатор		+	+							
Адміністратор проекту	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Керівник підпроекту	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Фінансовий менеджер	+			+						
Менеджер з кадрів						+				
ІТ менеджер							+			
Менеджер з якості		+			+		+			
Контролер	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Менеджер з ризиків								+		
Менеджер з контрактів		+			+			+	+	

Відповідно до спрямованості компетенцій відрізняють методологічну, особистісну, персональну, професійну, соціальну компетенції (рис. 1.1).

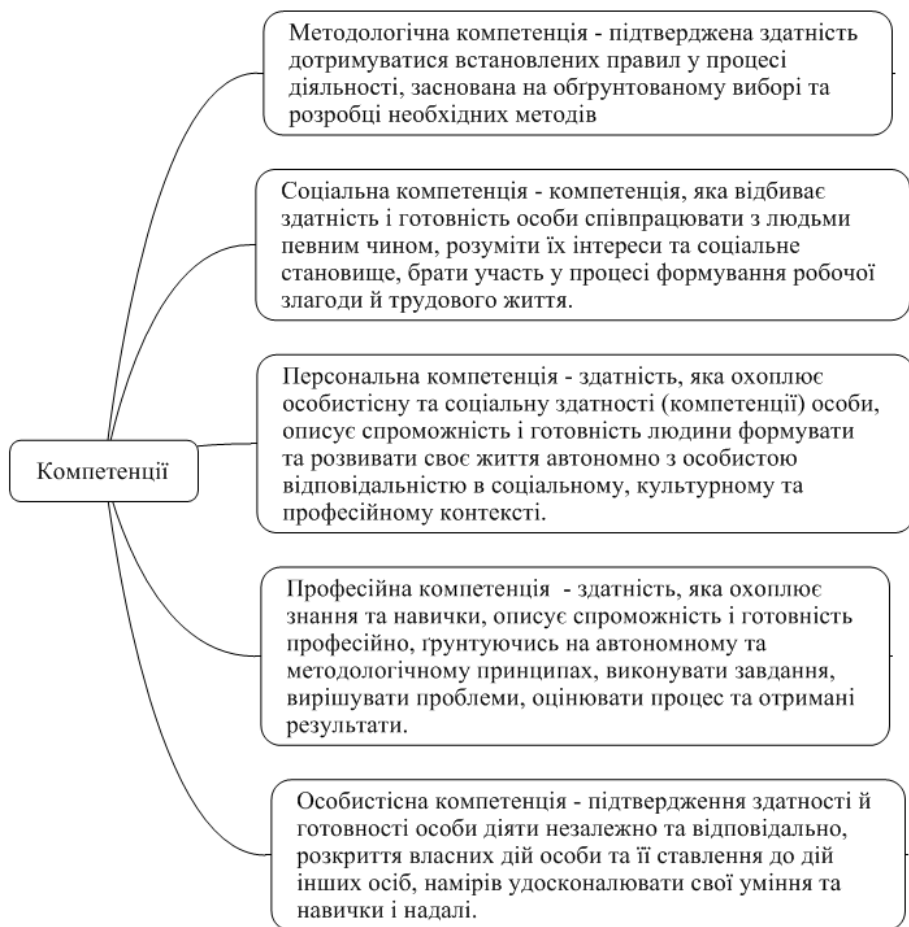


Рисунок 1.1 - Класифікація компетенцій [74]

При оцінці компетентності проектних менеджерів згідно з системою оцінки компетентності National Competence BaseLine використовується модель системи знань «Око», яка відображає погляд на інтеграцію всіх елементів управління проектами з точки зору менеджера проекту, який здійснює оцінку конкретної ситуації (рис. 1.2) [75].

Розглянуто концептуальну модель оцінки компетентності проектних менеджерів [76]. Визначено, що кваліфікацію доцільно оцінювати в тих напрямках, які добре формалізовані, потребують заданого рівня виконання визначених процедур у чітко заданому контексті, та пов'язані з повсякденною діяльністю кандидатів.

У роботі [77] розглянуто ряд задач оптимального розподілу ресурсів при обліку часу їх переміщення (подвійна мережева модель). Відзначається, що завдання розподілу ресурсів на мережевих графіках відносяться до складних багато екстремальних задач.

У відомих методах розподілу ресурсів істотним є поняття ресурсів одного виду: ресурси, які неможливо розрізнити в умовах даної задачі по їх впливу на швидкість виконання операції (при відповідному виборі одиниці виміру).

Обмеженням методів, наведених у роботі [77] є те, що кожна операція може виконуватися тільки ресурсами одного виду, операції одного класу можуть виконуватися тільки ресурсами відповідного виду, переміщення ресурсів з однієї операції на іншу неприпустимо.

На думку ряду авторів [67] задача оптимального розподілу ресурсів для агрегованих комплексів, по суті справи, не відрізняється від звичайних завдань розподілу ресурсів.



Рисунок 1.2 - Модель системи знань «Око»

З необхідністю перерозподілу функціонала і зон відповідальності стикається практично будь-який власник або управлінець [78].

Для забезпечення своєчасного (якісного) виконання робіт проекту, організації змушені, як правило, вдаватися до послуг сторонніх фахівців, або відряджати співробітників з одного підрозділу в інший. У програмних продуктах з управління проектами зовнішній ресурс може бути призначений за допомогою використання ресурсів іншого проекту, або вибору ресурсу з пулу ресурсів компанії [79-81].

Аналіз математичних моделей розподілу ресурсів наведено в роботі [53] (табл. 1.9).

При аналізі моделей розглядалися характеристики команд:

- 1) єдність мети;
- 2) спільна діяльність;
- 3) несуперечливість інтересів;
- 4) автономність діяльності;
- 5) колективна і взаємна відповідальність;
- 6) спеціалізація і взаємодоповнюваність ролей;
- 7) стійкість команди.

Властивості команди:

- 1) відмінності функцій, виконуваних агентами;
- 2) активність агентів;
- 3) розходження інтересів агентів;
- 4) різна інформованість агентів;
- 5) нетривіальна інформованість агентів;
- 6) наявність динаміки.

Таблиця 1.9 - Аналіз моделей [53]

	Характеристики							Властивості						Джерела
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	
Розподіл обсягів	+	±				±								[82]
Розподіл функцій	±	+				+		+						[83]
Формування команди	+	+	±			±		+	+	+				[84]
Синергетичний ефект	+	+	±			+	±		+	+				[85]
Модель Маршака-Раднера	+	±	+			±			+		+			[86]
Стимулювання	+	±	±	+	+	±			+	+				[87]
Інституційне управління	±	±	±	±	+		±		+	+	±			[88]
Репутація	±	+	±	+	±	±	+		+	+	±			[89]
Експериментальні дослідження	±	±	±				±	+	+	+				[90]
Однорідна команда	±	±	±	+	±		+		+	+	±	+	±	[91]
Неоднорідна команда	±	+	±	+	±	+	+	+	±	+	±	+	±	[92]
Автономне прийняття рішень	±	+	±	+	±	+			+	+	+	±		[93]
Розподіл витрат	+	±		±	+		+	±	+	+				[94]
Адаптація в командах	±	±		±		+	+	±	+		+	±	+	[95]
Навчання		±	±	+		±		±	±				+	[84]

Примітка. В таблиці «+» - модель значною мірою відображає дана властивість, «±» - враховує відповідне властивість.

Аналіз методів розподілу ресурсів при управлінні проектами показав, що, незважаючи на різноманіття методів, відсутній єдиний підхід до розподілу ресурсів у мультипроекті.

1.4 Висновки до розділу 1

1. Перебуваючи типовою методологією багатьох проектних організацій, управління проектами та програмами дозволяє компаніям реалізовувати проекти при заданих часових і фінансових обмеженнях, що є однією з конкурентних переваг особливо в період кризи. Розширення масштабів проектів, їх інноваційний характер призводить до необхідності застосування мультипроектного управління.

2. Управління людськими ресурсами мультипроекту є актуальною задачею, оскільки для реалізації мультипроекту необхідно агрегувати ресурси окремих проектів в рамках існуючих обмежень.

Визначено, що ефективне управління людськими ресурсами в мультипроектах визначає ефективність управління мультипроектом в цілому. Управління людськими ресурсами мультипроекту є актуальною задачею, оскільки для реалізації мультипроекту необхідно агрегувати ресурси окремих проектів в рамках існуючих обмежень. Аналіз моделей і методів формування команди проекту показав, що існуючі методи орієнтовані на психологічну сумісність членів команди проекту, при цьому не враховуються питання управління компетенціями та розподілу ресурсів за функціональною ознакою.

Оскільки людські ресурси в проекті найбільш мінливі, то на етапі функціонування виникає необхідність перерозподілу ресурсів проекту (хвороба, переведення на інший проект

і т.д.). Існуючі методи розподілу ресурсів в основному спрямовані на розподіл однорідних (за функціями, тобто виконують однотипні функції) ресурсів, враховують швидкість виконання функції. Застосування даних методів для неоднорідних мультипроектів є недоцільним.

Для проектів, мультипроектів, програм гостро стоїть необхідність автоматизації задачі побудови команди проекту.

РОЗДІЛ 2

КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ

2.1 Комплексний підхід до формування команди проекту

У разі обмеження чисельності команди проекту при управлінні проектами відбувається суміщення ролей, які виконуються членами команди. Залежно від типу ролей суміщення може спричинити як позитивний (за рахунок забезпечення цілісного бачення проекту), так і негативний (при сполученні суперечливих ролей) вплив на проект. Оскільки ролі, виконувані членами команди проекту, асоціюються з виконуваними функціями, то виникає проблема формування команди проекту з урахуванням обмежень на суміщення функцій.

Залежно від виду й масштабу реалізованого проекту, використовуваної методології виділяють різні ролі. Існуючі методи підбора команди проекту базуються на розподілі ролей за Р.М. Белбіном, Р. Баррере, розподілі «задача-команда». Однак при використанні даних підходів до формування команди проекту не враховуються питання суміщення ролей [71].

У проектах розробки й впровадження програмного забезпечення існують певні обмеження, обумовлені специфікою галузі. Так, наприклад, суміщення ролей системного аналітика та бізнес-аналітика, тестувальника, інструктора можливе, ролей системного аналітика й архітектора можливе, але мало ефективне, системного аналітика й керівника проекту, координатора, програміста,

експерта й ключового користувача неможливе. Використання в моделі проектних груп MSF цільового походження при формуванні рольових кластерів дозволяє структурувати проектні функції [72].

У моделі MSF виділяють наступні рольові кластери: управління продуктом; управління програмою; розробка; тестування; задоволення споживача; управління випуском.

Суміщення функцій, реалізованих певним рольовим кластером, може розглядатися як агрегування функцій, що особливо актуально при управлінні комплексними проектами і програмами.

При використанні рольових кластерів відбувається зсув, децентралізація відповідальності: менеджер проекту передає повноваження рольовим кластерам, які відповідають за досягнення певних результатів. Компанія IBM використовує підхід, при якому в команді проекту виділяються наступні ролі: замовник, планувальник ресурсів, менеджер проекту, керівник команди, архітектор, проектувальник підсистеми, експерт предметної області, розроблювач, розроблювач технічної підтримки, фахівець із користувальницького інтерфейсу, тестувальник, бібліотекар; та вказується можливість суміщення ролей [100].

Основними принципами розподілу ролей у команді проекту є принцип компетентності й принцип переваги. У випадку розподілу ролей відповідно до принципу переваги виникає необхідність використання реагуючого й ініціативного контролю, що приводить до збільшення конфліктних ситуацій у команді [24].

При формуванні команди проекту необхідно враховувати динамічний характер ролей (залежно від фази проекту пріоритет ролей може мінятися), необхідність однозначної рольової ідентифікації (член команди проекту

повинен однозначно розуміти, яку саме роль він виконує в цей момент).

Таким чином, важливої є розробка комплексного підходу до формування команди проекту.

Оскільки чисельність команди проекту є, як правило, обмеженою, то виникає необхідність суміщення ролей членами команди проекту. У цьому випадку необхідно розглядати доцільність і можливість суміщення ролей.

Виділяють три варіанти суміщення:

- суміщення можливо;
- суміщення можливо, але не бажано;
- суміщення неможливо.

Виконання певної ролі пов'язано як з виконуваними функціями, так і набором компетенцій, необхідних для виконання даної ролі. При формуванні матриці компетенцій відбувається фіксація граничного рівня компетенцій, тобто мінімально необхідного для допуску до виконання роботи. На початковому етапі планування команди проекту, необхідно побудувати матрицю суміщення ролей, що дозволить уникнути конфліктних ситуацій і знизити ризики проекту.

У загальному виді процес формування команди проекту може бути представлений таким чином.

Етап 1. Визначення основних вимог до команди:

- побудова матриці компетенцій з певними граничними значеннями для кожної компетенції;
- формування матриці заміщення ролей з урахуванням обмежень з суміщення;
- визначення вимог до ресурсів для виконуваних функцій;
- визначення функціоналу команди проекту.

Етап 2. Визначення претендентів у команду проекту: використання методів діагностики персоналу (360°, індивідуальний ассесмент, тестування).

Етап 3. Відбір у команду проекту:

- проєкція матриці заміщення ролей на функціонал проєкту;
- формування матриці відповідальності претендентів з урахуванням обмежень матриці суміщень і заданих коефіцієнтів вимог;
- відбір команди проєкту;
- розподіл відповідальності.

Етап 4. Формування команди: комплекс заходів щодо формування та розвитку команди проєкту.

Застосування описаного методу дозволить побудувати команду проєкту при заданих обмеженнях на суміщення функцій і вимогах до команди проєкту.

2.2 Управління компетенціями при формуванні команди мультипроєкту

Формування мультипроєктного середовища викликано необхідністю застосування єдиної методології при управлінні великими (як правило, територіально розподіленими) проєктами, об'єднаними загальними ресурсами. Принципи мультипроєктного управління можуть бути застосовані також при управлінні портфелем проєктів, якщо проєкти, які до нього входять, реалізуються в рамках загальних ресурсів [101].

З метою забезпечення ефективного управління інноваційними проєктами та програмами підприємств застосовується методологія управління проєктами й програмами Р2М, що дозволяє місія-орієнтованим компаніям використати, накопичувати унікальні системні знання з управління проєктами й програмами. З позиції Р2М, мультипроєктне управління - «це додаткові (понад

управління проектами) дії, ціль яких - створення цінностей» [21]. Особлива увага приділяється формуванню й розвитку інтелектуального ментального суспільства БА.

Оскільки в рамках мультипроектного управління проекти конкурують за наявні в організації ресурси, виникає необхідність розробки ефективних методів формування команд мультипроекту.

Застосування стандартних методів вирівнювання ресурсів у мультипроектах знижують мотивацію фахівців і приводять до збільшення витрат на утримання [73]. Слабка мотивація команд, відсутність збалансованого підходу до управління ключовими компетенціями приводить до недостатчі ключових фахівців і фахівців, що володіють спеціальними компетенціями.

Аналіз базових моделей управління ресурсами в мультипроектах (пасивної, збалансованої, фіксованої моделі) показав, що основний акцент при формуванні команди робиться на визначення ступеня централізації управління мультипроектом з наступним застосуванням стандартних методів формування команди проекту [102, 103].

У загальному випадку команда мультипроекту $K_{мп}$, що реалізує проекти P_1, P_2, \dots, P_n , складається з команд проектів K_1, K_2, \dots, K_n і команди управління мультипроектом K_0 , що забезпечує управління інтеграційними процесами мультипроекта, тобто

$$K_{мп} = \bigcup_{i=0}^n K_i .$$

Поняття профіль компетенції, як правило, використовується для опису посади або ролі та відображає

опис системи вимог до співробітника. Профіль компетенцій описує необхідну сукупність знань, навичок і особистісних якостей, що дозволяє вирішувати певне завдання (або сукупність завдань) [101], однак не враховує критичність компетенцій, функцію потреби компетенцій, кількість членів команди, що володіють даною компетенцією.

Розглянемо поняття профіль компетенцій команди мультипроекту, що відображає систему вимог до команди мультипроекту та визначає її роботу в термінах компетенцій. Профіль компетенції команди мультипроекту описує набір вимог до знань, навичок і якостей команди мультипроекту.

Профіль компетенцій команди мультипроекту - об'єднання профілів компетенцій команд проектів, що входять до складу мультипроекту, і компетенції команди управління мультипроектом.

Профіль компетенцій команди проекту може бути використаний на початковому етапі планування проекту для визначення необхідних для виконання завдань проекту ресурсів, виявлення найбільш критичних компетенцій для кожного проекту і для мультипроекту в цілому, визначення мінімально необхідного рівня компетенцій для виконання проекту, визначення пікової потреби, розмір пікової потреби й часовий інтервал пікової потреби (етап життєвого циклу проекту, при якому рівень компетенції є максимальним), розробки методів управління компетенціями.

При побудові профілю компетенції проекту необхідно враховувати наступні аспекти:

- різну природу компетенцій;
- різний рівень необхідних компетенцій протягом життєвого циклу проекту;

- необхідність урахування не тільки якісного рівня компетенцій (тобто володіння людиною даною компетенцією на певному рівні), але й кількість співробітників, які повинні володіти даною компетенцією на прийнятному для даного проекту рівні;
- пріоритетність і критичність компетенцій, що обумовлено специфікою проекту й кадровою політикою компанії;
- наявність взаємозалежних і взаємовиключних компетенцій.

Крім того, варто враховувати, що при виконанні проекту не завжди спостерігається кумулятивний ефект на рівні компетенцій, тобто збільшення кількості співробітників, що володіють даною компетенцією, не завжди приводить до збільшення рівня певної компетенції.

Для опису компетенції пропонується використовувати такі параметри:

- мінімально припустимий рівень компетенції C_{\min} , при якому можливе виконання проекту із заданою якістю;
- максимальний рівень компетенцій C_{\max} – необхідне максимальне значення компетенції, яке необхідно для виконання певного завдання в період пікової потреби;
- необхідна кількість співробітників, що володіють даною компетенцією;
- період пікової потреби;
- критичність компетенції для проекту;
- коефіцієнт вимог, що відбиває максимально необхідну кількість членів команди, що володіють даною компетенцією.

Для нормалізації значень компетенцій використовується метод коефіцієнтів. Інформація про проекти, одержана в результаті РРА-аналізу та аналізу

ретроспективної інформації аналогічних проектів, дозволить визначити мінімально необхідне значення рівня компетенцій.

З метою формалізації опису ресурсів мультипроекту пропонується використати нормальну форму Бекуса-Наура [9]. Тоді мультипроект може бути представлений таким чином:

$\langle \text{мультипроект} \rangle ::= \langle \text{проект 1} \rangle \langle \text{проект 2} \rangle \dots \langle \text{проект } n \rangle$

$\langle \text{команда мультипроекту} \rangle ::= \langle \text{команда управління мультипроектом} \rangle \langle \text{команда проекту 1} \rangle \langle \text{команда проекту 2} \rangle \dots \langle \text{команда проекту } n \rangle$

$\langle \text{ресурс мультипроекту} \rangle ::= \langle \text{зовнішній ресурс мультипроекту} \rangle \langle \text{власний ресурс мультипроекту} \rangle$

$\langle \text{зовнішній ресурс мультипроекту} \rangle ::= \langle \text{зовнішній ресурс проекту 1} \rangle \dots \langle \text{зовнішній ресурс проекту } i \rangle \dots \langle \text{зовнішній ресурс проекту } n \rangle$

$\langle \text{власний ресурс} \rangle ::= \langle \text{власний ресурс проекту 1} \rangle \dots \langle \text{власний ресурс проекту } i \rangle \dots \langle \text{власний ресурс проекту } n \rangle$

$\langle \text{профіль компетенцій команди мультипроекту} \rangle ::= \langle \text{профіль компетенцій команди управління мультипроектом} \rangle \langle \text{профіль компетенцій команди проекту 1} \rangle \dots \langle \text{профіль компетенцій команди проекту } i \rangle \dots \langle \text{профіль компетенцій команди проекту } n \rangle$.

При описі зовнішнього ресурсу мультипроекту слід врахувати, що він не є простим об'єднанням зовнішніх ресурсів проектів, оскільки зовнішній ресурс для i -го проекту може бути власним ресурсом для j -го проекту. Наступна деталізація ресурсів дозволить врахувати їхній вид, кваліфікацію, рівень завантаження й т.д.

Оскільки застосування даного підходу обмежено масштабом проекту, то при його використанні доцільно проводити агрегування ресурсів [67]. Інтактні команди

залучаються до виконання певних функціональних обов'язків у різних проектах мультипроекту. Інтактна команда в мультипроекті фігурує в якості «мобільної одиниці», готової до призначення на проекти. Застосування інтактних команд дозволяє транслювати проектні рішення в підпроекти. Оскільки команди існують у компанії тривалий проміжок часу, для них характерний високий рівень згуртованості команди.

2.3. Методика управління компетенціями при формуванні команди мультипроекту

Вплив зовнішнього оточення проекту, зміна вимог до проекту призводять до необхідності урахування змін до компетенцій під час управління проектами.

З метою підвищення ефективності управління доцільно на етапі формування команди проекту враховувати можливість перерозподілу робіт у проекті, зміни складу проектних команд.

Застосування принципу гнучкості підвищить адаптованість команди та дозволить здійснювати більш ефективно управління змінами.

Методика управління компетенціями при формуванні команди мультипроекту містить у собі наступні етапи:

Етап 1. Побудова профілю компетенцій для команди проектів (модель «ТО BE»).

Етап 2. Побудова профілю компетенцій для команди мультипроекту (модель «ТО BE»).

Етап 3. Побудова профілю компетенцій і визначення рівня компетентності для претендентів у команду мультипроекту (модель «AS IS»).

Етап 4. Аналіз профілів.

Етап 5. Формування команди мультипроєкту.

Етап 6. Формування плану управління компетенціями.

Етап 7. Розробка рекомендацій з роботи з компетенціями.

Етап 8. Впровадження рекомендацій.

Етап 9. Управління змінами.

Для кожного проєкту, що входить до складу мультипроєкту, визначаються профілі компетенцій команди проєкту, необхідні для реалізації проєкту (модель «ТО ВЕ»). На підставі одержаних моделей визначається узагальнений профіль компетенцій для мультипроєкту.

Здійснюється аналіз профілів компетенції претендентів у команду проєкту. Формується команда проєкту за допомогою компетентнісного підходу.

З метою зниження ризиків виникнення ресурсних конфліктів у мультипроєкті на етапі аналізу профілів необхідно визначити найбільш критичні компетенції (ключові спеціальні), недостатня кількість яких може привести до зриву проєкту. Для аналізу моделей використовується матриця показників, осями якої є критичність компетенції й поточне значення показника компетенції.

Визначення критичних компетенцій як на рівні проєкту, так і на рівні мультипроєкту дозволить визначити напрямок формування кадрового резерву, знизити рівень критичності компетенції.

У рамках аналізу профілів компетенцій команди проєктів і мультипроєкту виявляються певні набори тісно пов'язаних між собою компетенцій, що може бути основою для формування інтактних команд. При використанні

засобів автоматизації управління проектами і програмами інтактні команди, що працюють у мультипроекті, розглядаються як мультиресурси, що значно спрощує ресурсне планування.

Вплив ризикових подій, людський чинник, а також зміна умов реалізації мультипроекту приводить до необхідності здійснення управління компетенціями протягом усього життєвого циклу мультипроекту.

Запропонована методика з певними модифікаціями може бути використана на будь-якому етапі життєвого циклу мультипроекту:

- внесення змін в профілі компетенцій проектів і мультипроекту (модель «TO BE»);
- порівняння з існуючим профілем мультипроекту проекту (модель «AS IS»);
- аналіз профілів, зміна плану управління компетенціями, розробка і впровадження рекомендацій з роботи з компетенціями, управління змінами.

Застосування даної методики в контрольних точках мультипроекту дозволить виявити ризики, пов'язані з дефіцитом ресурсів, що володіють критичною компетенцією, на ранніх стадіях і розробити шляхи їхнього запобігання.

При побудові команд проекту, що допускають гнучку адаптацію до нових вимог необхідно вирішити наступні задачі:

- перерозподіл існуючих ресурсів для нових вимог;
- визначення складу адаптивної команди проекту і її функціональних можливостей при обмеженнях на суміщення функціональних обов'язків.

2.4 Висновки до розділу 2

У розділі розглянуті особливості застосування гнучких методологій управління проектами, виявлена специфіка формування адаптивних команд, розглянута необхідність застосування комплексного підходу. Визначено, що комплексний підхід до формування команди проекту дозволить підвищити ефективність управління людськими ресурсами в проєкті. Урахування можливості суміщення ролей, виключення суперечливих комбінацій дозволить підвищити життєздатність проекту в цілому.

Використання окремих підходів до формування команди не дозволяє розглядати процес формування як єдине ціле. Тому пропонується використовувати комплексний підхід до формування, що дозволить враховувати як компетентісну так психологічну складову.

Досліджено можливості використання профілю команди мультипроєкту для визначення критичних компетенцій, можливості застосування інтактних команд.

Запропоновано методику управління компетенціями при формуванні команди мультипроєкту. Розглянуто модифікацію методики управління компетенціями для управління людськими ресурсами протягом життєвого циклу мультипроєкту.

РОЗДІЛ 3

МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТІВ І ПРОГРАМ ПЕРСОНАЛОМ

3.1 Постановка задачі забезпечення проектів та програм у мультипроектному середовищі

Особливість мультипроектних команд - здатність при незмінному складі виконувати задану множину проектів.

Задача забезпечення проектів та програм персоналом формулюється таким чином.

Нехай:

n - кількість претендентів;

m - кількість функцій;

v - кількість проектів;

$P = \{ P_1, P_2, \dots, P_n \}$ - множина претендентів в команду;

$A = \{ A_1, A_2, \dots, A_m \}$ - множина функцій;

R_{ij} - елемент ($n \times m$) - матриці компетенцій, що відображає здатність претендентів виконувати відповідну функцію;

C_{ij} - елемент ($n \times m$) - матриці вартостей, яка пов'язує вартість виконання відповідних функцій кожним претендентом. Якщо i -ий претендент виконує j -у функцію, то $C_{ij} > 0$, в іншому випадку $C_{ij} = 0$;

T_{ij} - елемент ($v \times m$) - матриці вимог до проектів, де i - номер проекту, j - номер функції.

Матриці T поставлено у відповідність множину $T^{\max} = \{ T_1^{\max}, \dots, T_m^{\max} \}$, де $T_i^{\max} = \max \{ T_{1i}, \dots, T_{vi} \}$, $i=1, \dots, m$.

Потрібно:

Знайти склад мультипроектної команди D , що описується ($n \times m$) - матрицею, в якій елемент матриці

$D_{ij} = 1$, якщо i -ий претендент відібраний у команду, при якому

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (D_{ij} C_{ij}) &\rightarrow \min; \\ \sum_{j=1}^m (D_{ij} \cdot R_{ij}) &= 1; \quad i = 1, \dots, n; \\ \sum_{i=1}^n D_{ij} &\geq T_j^{\max}; \quad j = 1, \dots, m. \end{aligned}$$

3.2 Метод забезпечення проектів та програм у мультипроектному середовищі

В основі вирішення даної задачі лежить використання методів формування команди проекту розглянутих в роботах [1-6].

У загальному вигляді метод рішення задачі складається з наступних етапів.

Етап 1. Для кожного проекту складається функція реалізації проекту F_1, \dots, F_v .

Етап 2. Визначаються варіанти складу команд для кожного проекту і відповідні логічні функції H_1, \dots, H_v .

Етап 3. Визначається вид логічної функції H^m , яка описує варіанти побудови мультипроектної команди

$$H^m = \bigwedge_{i=1}^v H_i,$$

тобто виконується логічне множення функцій реалізацій усіх проектів.

Вигляд результату залежить від вимог до команди (наявність обмежень на виконуваних функціях).

Етап 4. Виконуються перетворення функції H^m до нормального виду за допомогою логічних перетворень.

Етап 5. Визначається вартість реалізації кожного варіанту мультипроектної команди і обирається оптимальний.

Етап 6. Визначаються функції, що реалізуються кожним членом команди, для кожного проекту.

3.3 Рішення поетапних задач методу забезпечення проектів і програм персоналом

Перший етап описаний у попередньому розділі. На другому етапі на підставі функцій реалізації кожного проекту F_1, \dots, F_v визначаються варіанти складу команд для кожного проекту й відповідні логічні функції H_1, \dots, H_v . Ця процедура полягає в наступному.

Як відзначалося в розділі 2, усі змінні, що входять у функцію реалізації проекту, мають подвійну індексацію: перший індекс вказує на номер претендента, а другий - на виконувану їм функцію. Оскільки на цьому етапі нас цікавлять варіанти складу команди кожного проекту (остаточний розподіл функцій буде виконано після формування мультипроектної команди), то у всіх змінних, входних у функцію F необхідно забрати другий індекс і отримане вираження перетворити за допомогою відповідних правил. Пояснимо сказане на прикладі.

Приклад 3.1.

Визначити варіанти складу команд проекту T_i , функція реалізації якого має вигляд:

$$\begin{aligned}
 F_i = & P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,7} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,8} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,8} \vee \\
 & \vee P_{1,1} \times P_{3,4}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,1}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,8} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,7} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,7} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,7} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8} P_{11,7} P_{12,8}P_{14,8} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{7,7}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,8} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,8}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8} \times \times P_{13,4}P_{14,7} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,8}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,8}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,8} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,8}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,4}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,8} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,8} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,8}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,7} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,8}P_{4,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,7} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{3,8}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7} P_{12,8}P_{13,4}P_{14,7} \vee \\
 & P_{3,4}P_{4,7}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,8}.
 \end{aligned}$$

Записуємо функцію H_i , яка описує варіанти складу команди, що реалізує проект.

$$\begin{aligned}
 H_i = & P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{11} \times \times P_{12}P_{13} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{13}P_{14} \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{12}P_{13}P_{14} \vee \vee P_1P_3P_4P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{14} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_{4X} \times P_7P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13} \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{13}P_{14} \vee
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee P_1P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee \\ & \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{12}x \vee P_{13}P_{14} \vee P_1P_3P_4P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee \\ & \vee P_1P_3P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee P_3P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}. \end{aligned}$$

Після перетворень функція має вигляд:

$$\begin{aligned} H_1 = & P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13} \vee \\ & \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{13}P_{14} \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee \\ & \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{12}P_{13}P_{14} \vee P_1P_3P_4P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee \\ & \vee P_1P_3P_7x \vee xP_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee P_1P_3P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{14} \vee \\ & \vee P_1P_3P_4P_7P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14} \vee P_1P_4P_7P_8P_9P_{11}x \vee xP_{12}P_{13}P_{14} \vee \\ & \vee P_3P_4P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}. \end{aligned}$$

На етапі 3 здійснюється формування функції H_m шляхом логічного множення раніше отриманих функцій, що описують склад команд для відповідних проектів. Для спрощення процесу перетворень здійснюється множення логічних функцій, упорядкування кон'юнкцій, що входять у функцію в порядку зростання рангу кон'юнкції (ранг - кількість змінних у кон'юнкції), послідовний аналіз пар кон'юнкцій у порядку збільшення рангу й перевірка виконання правил поглинання.

Наприклад, знайдемо добуток функцій H_1 і H_2 :

$$H_1 = P_1P_2P_3P_6P_7 \vee P_2P_3P_4P_7 \vee P_1P_3P_5 \vee P_4P_5P_6 \vee P_1P_5P_6,$$

$$H_2 = P_3P_4P_5 \vee P_2P_3P_4P_7 \vee P_1P_5P_6 \vee P_2P_3P_4.$$

Добуток функцій формується таким чином:

$$\begin{aligned} H_1 \& H_2 = & (P_1P_2P_3P_6P_7 \vee P_2P_3P_4P_7 \vee P_1P_3P_5 \vee P_4P_5P_6 \vee \\ & \vee P_1P_5P_6) \& (P_3P_4P_5 \vee P_2P_3P_4P_7 \vee P_1P_5P_6 \vee P_2P_3P_4) = \\ & P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7 \vee P_1P_2P_3P_4P_6P_7 \vee P_1P_2P_3P_5P_6P_7 \vee \\ & \vee P_1P_2P_3P_4P_6P_7 \vee P_2P_3P_4P_5P_7 \vee P_2P_3P_4P_7 \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7 \vee \\ & \vee P_2P_3P_4P_7 \vee P_1P_3P_4P_5 \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_7 \vee P_1P_3P_5P_6 \vee \end{aligned}$$

$\vee P_1P_2P_3P_4P_5 \vee P_3P_4P_5P_6 \vee P_2P_3P_4P_5P_6P_7 \vee P_1P_4P_5P_6 \vee$
 $\vee P_2P_3P_4P_5P_6 \vee P_1P_3P_4P_5P_6 \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7 \vee P_1P_5P_6 \vee$
 $P_1P_2P_3P_4P_5P_6.$

Після впорядкування кон'юнкцій у порядку збільшення рангу одержимо:

$H_1 * H_{2\text{упор.}} = P_1P_5P_6 \vee P_2P_3P_4P_7 \vee P_1P_3P_4P_5 \vee P_1P_3P_5P_6 \vee$
 $\vee P_3P_4P_5P_6 \vee P_1P_4P_5P_6 \vee P_2P_3P_4P_7 \vee P_1P_2P_3P_4P_5 \vee P_2P_3P_4P_5P_6 \vee$
 $\vee P_1P_3P_4P_5P_6 \vee P_2P_3P_4P_5P_7 \vee P_2P_3P_4P_5P_6P_7 \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_7 \vee$
 $\vee P_1P_2P_3P_5P_6P_7 \vee P_1P_2P_3P_4P_6P_7 \vee P_1P_2P_3P_4P_6P_7 \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_6$
 $\vee P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7 \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7 \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7.$

У таблиці 3.1 наведено розбиття формули на фрагменти, що мають однаковий ранг кон'юнкцій.

Таблиця 3.1 - Розбиття формули на фрагменти, що мають однаковий ранг кон'юнкцій

Ранг	Вид фрагмента формули
3	$P_1P_5P_6$
4	$P_2P_3P_4P_7 \vee P_1P_3P_4P_5 \vee P_1P_3P_5P_6 \vee P_3P_4P_5P_6 \vee$ $P_1P_4P_5P_6 \vee P_2P_3P_4P_7$
5	$P_1P_2P_3P_4P_5 \vee P_2P_3P_4P_5P_6 \vee P_1P_3P_4P_5P_6 \vee$ $P_2P_3P_4P_5P_7$
6	$P_2P_3P_4P_5P_6P_7 \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_7 \vee P_1P_2P_3P_5P_6P_7 \vee$ $P_1P_2P_3P_4P_6P_7 \vee P_1P_2P_3P_4P_6P_7 \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_6 \vee$
7	$P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7 \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7 \vee$ $P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7$

У таблиці 3.2 наведені результати аналізу кон'юнкцій. Кон'юнкції представлені у вигляді значень змінних P_1 - P_7 . Якщо змінна входить у кон'юнкцію, то відповідне значення в рядку позначене "1", у протилежному випадку - "0". Значення в стовпці N_{Π} указує номер поглинаючої кон'юнкції.

Таблиця 3.2 - Результати аналізу виду кон'юнкцій

№	Ранг	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	N_{Π}
1	3	1	0	0	0	1	1	0	
2	4	0	1	1	1	0	0	1	
3	4	1	0	1	1	1	0	0	
4	4	1	0	1	0	1	1	0	1
5	4	0	0	1	1	1	1	0	
6	4	1	0	0	1	1	1	0	1
7	4	0	1	1	1	0	0	1	2
8	5	1	1	1	1	1	0	0	3
9	5	0	1	1	1	1	1	0	5
10	5	1	0	1	1	1	1	0	1
11	5	0	1	1	1	1	0	1	2
12	6	0	1	1	1	1	1	1	2
13	6	1	1	1	1	1	0	1	2
14	6	1	1	1	0	1	1	1	1
15	6	1	1	1	1	0	1	1	2
16	6	1	1	1	1	0	1	1	2
17	6	1	1	1	1	1	1	0	1
18	7	1	1	1	1	1	1	1	1
19	7	1	1	1	1	1	1	1	1
20	7	1	1	1	1	1	1	1	1

У результаті одержуємо добуток:

$$H_1 \& P_2 = P_3 P_4 P_5 \vee P_2 P_3 P_4 P_7 \vee P_1 P_5 P_6 \vee P_2 P_3 P_4.$$

3.4 Приклад формування мультипроектних команд

Розглянемо приклад побудови мультипроектної команди. Нехай задана матриця компетенцій (табл. 3.3), матриця вимог (табл. 3.4) і матриця вартостей (табл. 3.5).

Таблиця 3.3 - Матриця компетенцій

P\A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
P ₁	1	0	0	0	1	0	0	0	0
P ₂	0	0	1	0	1	0	0	0	0
P ₃	0	0	0	1	0	0	0	1	0
P ₄	0	0	0	0	0	1	1	0	0
P ₅	0	0	1	0	0	0	0	0	1
P ₆	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P ₇	0	0	1	0	0	0	1	0	0
P ₈	1	0	0	1	0	0	0	0	0
P ₉	0	1	0	0	0	0	0	1	0
P ₁₀	0	0	1	0	0	1	0	0	0
P ₁₁	0	0	0	0	1	0	1	0	0
P ₁₂	0	0	0	0	0	1	0	1	0
P ₁₃	0	0	0	1	0	0	0	0	1
P ₁₄	0	0	0	0	0	0	1	1	0
P ₁₅	0	0	1	0	0	1	0	0	1
P ₁₆	1	0	0	0	0	0	0	1	0
P ₁₇	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P ₁₈	0	0	0	0	1	0	1	0	0

Функція реалізації проекту Π_1 має вигляд

$$\begin{aligned}
 F_1 = & (P_{2,3}P_{5,3}P_{7,3} \vee P_{2,3}P_{5,3}P_{10,3} \vee P_{2,3}P_{5,3}P_{15,3} \vee P_{2,3}P_{7,3}P_{10,3} \vee \\
 & \vee P_{2,3}P_{7,3}P_{15,3} \vee P_{2,3}P_{10,3}P_{15,3} \vee \vee P_{5,3}P_{7,3}P_{10,3} \vee P_{5,3}P_{7,3}P_{15,3} \vee \\
 & \vee P_{5,3}P_{10,3}P_{15,3} \vee P_{7,3}P_{10,3}P_{15,3}) \times (P_{3,4}P_{8,4} \vee P_{3,4}P_{13,4} \vee P_{8,4}P_{13,4}) \times \\
 & \times (P_{1,5}P_{2,5} \vee P_{1,5}P_{11,5} \vee P_{1,5}P_{18,5} \vee P_{2,5}P_{11,5} \vee P_{2,5}P_{18,5} \vee P_{11,5}P_{18,5}) \times \\
 & \times (P_{4,6}P_{10,6} \vee P_{4,6}P_{12,6} \vee P_{4,6}P_{15,6} \vee P_{10,6}P_{12,6} \vee P_{10,6}P_{15,6} \vee \\
 & \vee P_{12,6}P_{15,6}) \times (P_{4,7}P_{7,7}P_{11,7} \vee P_{4,7}P_{7,7}P_{14,7} \vee P_{4,7}P_{7,7}P_{18,7} \vee \\
 & \vee P_{4,7}P_{11,7}P_{14,7} \vee P_{4,7}P_{11,7}P_{18,7} \vee P_{4,7}P_{14,7}P_{18,7} \vee P_{7,7}P_{11,7}P_{14,7} \vee \\
 & \vee P_{7,7}P_{11,7}P_{18,7} \vee P_{7,7}P_{14,7}P_{18,7} \vee P_{11,7}P_{14,7}P_{18,7}) = \\
 = & P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,4}P_{10,6}P_{11,5}P_{12,6}P_{14,7}P_{18,7} \vee \\
 & \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,4}P_{10,6}P_{11,5}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,7}P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,7} \times \\
 & \times P_{5,3}P_{7,3}P_{8,4}P_{11,5}P_{12,6}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,7} \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,4} \times \\
 & \times P_{10,6}P_{11,7}P_{12,6}P_{14,7}P_{18,5} \vee \dots P_{1,5}P_{2,5}P_{3,4}P_{4,6}P_{7,3}P_{8,4}P_{10,3}P_{11,7} \times \\
 & \times P_{12,6}P_{14,7}P_{15,3}P_{18,7} \vee P_{1,5}P_{2,5}P_{3,4}P_{4,6}P_{7,3}P_{10,3}P_{11,7}P_{12,6}P_{13,4} \times \\
 & \times P_{14,7}P_{15,3}P_{18,7} \vee P_{1,5}P_{2,5}P_{4,6}P_{7,3}P_{8,4}P_{10,3} \times \\
 & \times P_{11,7}P_{12,6}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,3}P_{18,7}.
 \end{aligned}$$

Таблиця 3.4 - Матриця вимог

$\Pi \backslash A$	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
Π_1	0	0	3	2	2	2	3	0	0
Π_2	2	2	4	0	3	0	0	0	0
Π_3	2	0	0	2	0	0	4	3	4

Таблиця 3.5 - Матриця вартостей

$P \backslash A$	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
P_1	5	0	0	0	4	0	0	0	0
P_2	0	0	2	0	5	0	0	0	0
P_3	0	0	0	4	0	0	0	3	0
P_4	0	0	0	0	0	2	4	0	0

Продовження таблиці 3.5

P\A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
P ₅	0	0	3	0	0	0	0	0	1
P ₆	0	2	0	0	0	0	0	0	3
P ₇	0	0	4	0	0	0	2	0	0
P ₈	4	0	0	3	0	0	0	0	0
P ₉	0	3	0	0	0	0	0	4	0
P ₁₀	0	0	5	0	0	4	0	0	0
P ₁₁	0	0	0	0	3	0	2	0	0
P ₁₂	0	0	0	0	0	5	0	2	0
P ₁₃	0	0	0	3	0	0	0	0	4
P ₁₄	0	0	0	0	0	0	3	5	0
P ₁₅	0	0	2	0	0	3	0	0	3
P ₁₆	3	0	0	0	0	0	0	4	0
P ₁₇	0	2	0	0	0	0	0	0	4
P ₁₈	0	0	0	0	2	0	2	0	0

Визначаємо варіанти побудови складу команди розглянутого проекту:

$$\begin{aligned}
 H_1 = & P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{14} P_{18} \vee \\
 & \vee P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{14} P_{15} P_{18} \vee \\
 & \vee P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{11} P_{12} P_{14} P_{15} P_{18} \vee \\
 & \vee P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{18} \vee \\
 & \vee P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_{10} P_{11} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} \vee \\
 & \vee P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} \vee \\
 & \vee P_1 P_2 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{18} \vee \\
 & \vee P_1 P_2 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} \vee \\
 & \vee P_1 P_2 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} \vee \\
 & \vee P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{14} P_{15} \vee \\
 & \vee P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{15} P_{18} \vee
 \end{aligned}$$

$v P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_2 P_3 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{12} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} v$
 $v P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_2 P_3 P_5 P_7 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_{10} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_2 P_3 P_4 P_5 P_7 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_2 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} v$
 $v P_1 P_2 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_2 P_4 P_5 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_2 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_2 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_2 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_2 P_3 P_4 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_2 P_3 P_4 P_7 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_2 P_4 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_3 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_3 P_4 P_5 P_7 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} v$
 $v P_1 P_4 P_5 P_7 P_8 P_{10} P_{11} P_{12} P_{13} P_{14} P_{15} P_{18} v$.

Функція реалізації проекту Π_2 має вигляд:

$F_2 = P_{1,1} P_{2,5} P_{5,3} P_{6,2} P_{7,3} P_{8,1} P_{9,2} P_{10,3} P_{11,5} P_{15,3} P_{18,5} v$
 $v P_{1,1} P_{2,5} P_{5,3} P_{6,2} P_{7,3} P_{8,1} P_{10,3} P_{11,5} P_{15,3} P_{17,2} P_{18,5} v$
 $v P_{1,1} P_{2,5} P_{5,3} P_{7,3} P_{8,1} P_{9,2} P_{10,3} P_{11,5} P_{15,3} P_{17,2} P_{18,5} v$
 $v P_{1,1} P_{2,5} P_{5,3} P_{6,2} P_{7,3} P_{9,2} P_{10,3} P_{11,5} P_{15,3} x P_{16,1} P_{18,5} v$
 $v P_{1,1} P_{2,5} P_{5,3} P_{6,2} P_{7,3} P_{10,3} P_{11,5} P_{15,3} P_{16,1} P_{17,2} P_{18,5} v$
 $v P_{1,1} P_{2,5} P_{5,3} P_{7,3} P_{9,2} P_{10,3} P_{11,5} P_{15,3} P_{16,1} P_{17,2} P_{18,5} v$
 $v P_{1,5} P_{2,3} P_{5,3} P_{6,2} P_{7,3} P_{8,1} P_{9,2} P_{10,3} P_{11,5} P_{16,1} P_{18,5} v$

$v P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{6,2}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1} v$
 $v P_{1,5}P_{2,5}x P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{18,5} v$
 $v P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{10,3}P_{11,5}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{6,2}P_{8,1}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}x P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}x P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2} v$
 $v P_{1,5}P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{10,3}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,5}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2} v$
 $v P_{1,5}P_{2,5}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{2,5}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5}).$

Визначаємо варіанти побудови складу команди проекту Π_2 :

$H_2 = (P_1P_2P_5P_6P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{18} v$
 $v P_1P_2P_5P_6P_7P_8P_{10}P_{11}P_{15}P_{17}P_{18} v$
 $v P_1P_2P_5P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{17}P_{18} v$
 $v P_1P_2P_5P_6P_7P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{18} v$
 $v P_1P_2P_5P_6P_7P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} v$
 $v P_1P_2P_5P_7P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} v$

$\vee P_1P_2P_5P_6P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{16}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_6P_7P_8P_9P_{11}P_{15}P_{16}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_6P_8P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_6P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_6P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{16} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_6P_7P_8P_9P_{10}P_{15}P_{16}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_5P_6P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{18} \vee$
 $\vee P_2P_5P_6P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_6P_7P_8P_{10}P_{11}P_{16}P_{17}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_6P_7P_8P_{11}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_6P_8P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_6P_7P_8P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_6P_7P_8P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{17} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_6P_7P_8P_{10}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_5P_6P_7P_8P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee$
 $\vee P_2P_5P_6P_7P_8P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{16}P_{17}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_7P_8P_9P_{11}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_8P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{17} \vee$
 $\vee P_1P_2P_5P_7P_8P_9P_{10}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee$
 $\vee P_1P_5P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee$
 $\vee P_2P_5P_7x \vee P_8P_9P_{10}P_{11}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18}).$

Функція реалізації проекту Π_3 має вигляд:

$$\begin{aligned}
 F_3 = & (P_{1,1}P_{8,1} \vee P_{1,1}P_{16,1} \vee P_{8,1}P_{16,1}) \vee \\
 & \vee (P_{3,4}P_{8,4} \vee P_{3,4}P_{13,4} \vee P_{8,4}P_{13,4}) \vee \\
 & \vee (P_{4,7}P_{7,7}P_{11,7}P_{14,7} \vee P_{4,7}P_{7,7}P_{11,7}P_{18,7} \vee P_{4,7}P_{7,7}P_{14,7}P_{18,7} \vee \\
 & \vee P_{4,7}P_{11,7}P_{14,7}P_{18,7} \vee P_{7,7}P_{11,7}P_{14,7}P_{18,7}) \vee \\
 & \vee (P_{3,8}P_{9,8}P_{12,8} \vee P_{3,8}P_{9,8}P_{14,8} \vee P_{3,8}P_{9,8}P_{16,8} \vee P_{3,8}P_{12,8}P_{14,8} \vee \\
 & \vee P_{3,8}P_{12,8}P_{16,8} \vee P_{3,8}P_{14,8}P_{16,8} \vee P_{9,8}x \vee P_{12,8}P_{14,8} \vee
 \end{aligned}$$

$\vee P_{9,8}P_{12,8}P_{16,8} \vee P_{9,8}P_{14,8}P_{16,8} \vee P_{12,8}P_{14,8}P_{16,8}) \times$
 $\times (P_{5,9}P_{6,9}P_{13,9}P_{15,9} \vee P_{5,9}P_{6,9}P_{13,9}P_{17,9} \vee P_{5,9}P_{6,9}P_{15,9}P_{17,9} \vee$
 $\vee P_{5,9}P_{13,9}P_{15,9}P_{17,9} \vee P_{6,9}P_{13,9}P_{15,9}P_{17,9}) = P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7} \times$
 $\times P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,9}P_{16,8}P_{17,9} \vee$
 $\vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7} \times$
 $\times P_{12,8}P_{13,4}P_{14,8}P_{15,9}P_{17,9}P_{18,7} \vee$
 $\vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{15,9} P_{16,8}P_{17,9} \times$
 $\times P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,8}P_{15,9} \times$
 $\times P_{16,8}P_{17,9}P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,1}P_{11,7}P_{12,8} \times$
 $\times P_{13,4}P_{14,8}P_{15,9}P_{16,8}P_{17,9}P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,1} \times$
 $\times P_{9,8}P_{12,8}P_{13,4} \times P_{14,7}P_{15,9}P_{16,8}P_{17,9}P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7} \times$
 $\times P_{5,9}P_{6,9}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,9}P_{16,8}P_{17,9}P_{18,7} \vee$
 $\vee P_{1,1}P_{3,4}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,9}P_{16,8}P_{17,9} \times$
 $\times P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,9}P_{14,8} \times$
 $\times P_{15,9}P_{16,1}P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8} \times$
 $\times P_{13,9}P_{14,8}P_{16,1}P_{17,9}P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8} \times$
 $\times P_{11,7}P_{12,8}P_{14,8}P_{15,9}P_{16,1}P_{17,9}P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,9}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8} \times$
 $\times P_{11,7}P_{12,8}P_{13,9}P_{14,8}P_{15,9}P_{16,1}P_{17,9}P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{6,9}P_{9,8} \times$
 $\times P_{7,7}P_{8,4}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,9}P_{14,8}P_{15,9}P_{16,1}P_{17,9}P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,9} \times \times$
 $P_{6,9}P_{7,7}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,8}P_{15,9}P_{16,1}P_{17,9}P_{18,7} \vee$
 $\vee P_{1,1}P_{3,8}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,9}P_{16,1}P_{17,9} \vee$
 $\vee P_{1,1}P_{3,8}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{15,9}P_{16,1}P_{17,9}P_{18,7} \vee$
 $\vee P_{1,1}P_{3,8}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,8}P_{15,9}P_{16,1} \times$
 $\times P_{17,9}P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{3,8}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,4}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,8} \times$
 $\times P_{15,9}P_{16,1}P_{17,9}P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8} \times$
 $\times P_{13,4}P_{14,8}P_{15,9}P_{16,1}P_{17,9}P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{3,8}P_{4,7}P_{5,9} \times$
 $\times P_{6,9}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,9}P_{16,1}P_{17,9}P_{18,7} \vee P_{1,1}P_{3,8} \times$
 $\times P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4} \times \times P_{14,7}P_{15,9}P_{16,1}P_{17,9}P_{18,7} \vee \vee$
 $P_{1,1}P_{3,87}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,9}P_{16,1} \times$
 $\times P_{17,9}P_{18,7} \vee P_{3,4}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{12,8}P_{13,4} \times$
 $\times P_{14,8}P_{15,9}P_{16,1}P_{17,9}P_{18,7}.$

Визначаємо варіанти побудови складу команди проекту П₃.

$$\begin{aligned}
 H_3 = & (P_1P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{11}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_5P_6P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_5P_6P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_5P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_6P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_4P_5P_6P_7P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18}.
 \end{aligned}$$

Визначаємо склад мультипроектної команди:

$$\begin{aligned}
 H^m = & H_1 \& H_2 \& H_3 = \\
 & \vee P_1P_3P_4P_5P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{12}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_2P_3P_4P_5P_6P_7P_8P_{10}P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}xP_{16}P_{17}P_{18} \vee \\
 & \vee P_1P_2P_3P_5P_6P_7P_8P_9P_{10}P_{11}P_{12}P_{13}P_{14}P_{15}P_{16}P_{17}P_{18}.
 \end{aligned}$$

Аналіз отриманих результатів показує, що до складу мультипроектної команди обов'язково входять претенденти P₁, P₅, P₇, P₈, P₁₀, P₁₁, P₁₄, P₁₅, P₁₈ (табл. 3.6). Інші претенденти беруть участь у деяких варіантах складу мультипроектних команд.

Таблиця 3.6 - Участь претендентів при різних варіантах складу мультипроектних команд

Нмп\Р	P ₁ , P ₅ , P ₇ , P ₈ , P ₁₀ , P ₁₁ , P ₁₄ , P ₁₅ , P ₁₈	P ₂	P ₃	P ₄	P ₆	P ₉	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₆	P ₁₇
1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
2	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
4	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
6	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
7	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
8	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1

Для вибору оптимального варіанта побудови мультипроектної команди й визначення розподілу функцій у проектах необхідно для кожного варіанта сформувати матрицю компетенцій з урахуванням претендентів, що ввійшли у команду. Наприклад, для варіантів 1 і 2 матриці компетенцій наведені в таблицях 3.7, 3.8.

Для кожного варіанта побудови мультипроектної команди визначаємо функції реалізації проектів для скорегованих для кожного варіанта матриць компетенцій.

Таблиця 3.7 - Матриця компетенцій для першого варіанта побудови команди мультипроекту

P\A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
P ₁	1	0	0	0	1	0	0	0	0
P ₂	0	0	1	0	1	0	0	0	0
P ₃	0	0	0	1	0	0	0	1	0
P ₄	0	0	0	0	0	1	1	0	0
P ₅	0	0	1	0	0	0	0	0	1
P ₆	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P ₇	0	0	1	0	0	0	1	0	0
P ₈	1	0	0	1	0	0	0	0	0
P ₉	0	1	0	0	0	0	0	1	0
P ₁₀	0	0	1	0	0	1	0	0	0
P ₁₁	0	0	0	0	1	0	1	0	0
P ₁₂	0	0	0	0	0	1	0	1	0
P ₁₃	0	0	0	1	0	0	0	0	1
P ₁₄	0	0	0	0	0	0	1	1	0
P ₁₅	0	0	1	0	0	1	0	0	1
P ₁₆	1	0	0	0	0	0	0	1	0
P ₁₇	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P ₁₈	0	0	0	0	1	0	1	0	0

Таблиця 3.8 - Матриця компетенцій для другого варіанту побудови команди мультипроекту

P\A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
P ₁	1	0	0	0	1	0	0	0	0
P ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P ₄	0	0	0	0	0	1	1	0	0

Продовження таблиці 3.8

P\A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉
P ₅	0	0	1	0	0	0	0	0	1
P ₆	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P ₇	0	0	1	0	0	0	1	0	0
P ₈	1	0	0	1	0	0	0	0	0
P ₉	0	1	0	0	0	0	0	1	0
P ₁₀	0	0	1	0	0	1	0	0	0
P ₁₁	0	0	0	0	1	0	1	0	0
P ₁₂	0	0	0	0	0	1	0	1	0
P ₁₃	0	0	0	1	0	0	0	0	1
P ₁₄	0	0	0	0	0	0	1	1	0
P ₁₅	0	0	1	0	0	1	0	0	1
P ₁₆	1	0	0	0	0	0	0	1	0
P ₁₇	0	1	0	0	0	0	0	0	1
P ₁₈	0	0	0	0	1	0	1	0	0

Наприклад, для шостого варіанта функції реалізації проекту (верхній індекс указує на номер варіанта) мають вигляд:

$$\begin{aligned}
 F_1^6 = & P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,4}P_{10,6}P_{11,5}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,7} \vee \\
 & \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,4}P_{10,6}P_{11,7}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,5} \vee \\
 & \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,3}P_{7,3}P_{10,6}P_{11,5}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,7} \vee \\
 & \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,3}P_{7,3}P_{10,6}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,5} \vee \\
 & \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{4,7}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,4}P_{10,6}P_{11,5}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,7} \vee \\
 & \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{4,7}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,4}P_{10,6}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,5} \vee \\
 & \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,7}P_{8,4}P_{10,3}P_{11,5}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,7} \vee \\
 & \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,7}P_{8,4}P_{10,3}P_{11,7}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,5} \vee \\
 & \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,7}P_{10,3}P_{11,5}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,7} \vee \\
 & \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,7}P_{10,3}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,5} \vee \\
 & \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,7}P_{8,4}P_{10,3}P_{11,5}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,7} \vee
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,7}P_{8,4}P_{10,3}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,7}P_{8,4}P_{10,6}P_{11,5}P_{14,7}P_{15,3}P_{18,7} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,7}P_{8,4}P_{10,6}P_{11,7}P_{14,7}P_{15,3}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,7}P_{10,6}P_{11,5}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,3}P_{18,7} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{3,4}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,7}P_{10,6}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,3}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,7}P_{8,4}P_{10,6}P_{11,5}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,3}P_{18,7} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,7}P_{8,4}P_{10,6}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,3}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,5}P_{3,4}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,4}P_{10,3}P_{11,7}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,7} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,5}P_{3,4}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,3}P_{10,3}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,7} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,5}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,4}P_{10,3}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,6}P_{18,7} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,5}P_{3,4}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,4}P_{10,6}P_{11,7}P_{14,7}P_{15,3}P_{18,7} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,5}P_{3,4}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,3}P_{10,6}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,3}P_{18,7} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,5}P_{4,6}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,4}P_{10,6}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,7}P_{15,3}P_{18,7}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F_2^6 = & P_{1,1}P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,1}P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{17,2}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,1}P_{2,5}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{17,2}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,1}P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,1}P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,1}P_{2,5}P_{5,3}P_{7,3}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{16,1}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{6,2}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{15,3}P_{16,1}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{10,3}P_{11,5}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{6,2}P_{8,1}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} \vee \\
& \vee P_{1,5}P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2} \vee
\end{aligned}$$

$v P_{1,5}P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{10,3}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{2,5}P_{5,3}P_{6,2}P_{7,3}P_{8,1}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{5,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{2,5}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2} v$
 $v P_{1,5}P_{2,5}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{1,5}P_{5,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5} v$
 $v P_{2,5}x P_{5,3}P_{7,3}P_{8,1}P_{9,2}P_{10,3}P_{11,5}P_{15,3}P_{16,1}P_{17,2}P_{18,5}.$

$$F_3^6 = P_{1,1}P_{3,4}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,1}P_{9,8}P_{11,7}P_{13,4}P_{14,8}P_{15,9}P_{16,8} x \\ x P_{17,9}P_{18,7} v P_{1,1}P_{3,8}P_{4,7}P_{5,9}P_{6,9}P_{7,7}P_{8,4}P_{9,8}P_{11,7} P_{13,4}P_{14,8}x \\ x P_{15,9}P_{16,1}P_{17,9}P_{18,7}.$$

У таблиці 3.9 наведена кількість варіантів реалізації кожного проекту для кожного варіанта.

Таблиця 3.9 - Кількість варіантів реалізації кожного проекту для кожного варіанта

№	П ₁	П ₂	П ₃	№	П ₁	П ₂	П ₃
1	18	1	1	5	201	3	23
2	6	3	1	6	24	30	2
3	201	10	1	7	201	10	2
4	67	30	23	8	18	30	2

Наступний етап - визначення вартості реалізації кожного варіанта реалізації кожного проекту й вибір оптимального. Для заданої матриці вартостей отримані значення наведені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 - Вартість реалізації проектів і мультипроекту

№ вар.	Мінімальний варіант				Максимальний варіант			
	П ₁	П ₂	П ₃	Загальна вартість	П ₁	П ₂	П ₃	Загальна вартість
1	36	35	48	119	43	35	48	126
2	36	34	46	116	42	35	46	123
3	32	32	47	111	45	38	47	130
4	33	31	43	107	45	38	50	133
5	32	37	43	112	45	38	50	133
6	32	31	47	110	40	38	50	128
7	32	31	45	108	45	37	48	130
8	35	31	43	109	43	38	46	127

З наведених результатів видно, що мінімальна вартість реалізації мультипроектної команди становить 107 умовних одиниць, а максимальна вартість - 133 умовних одиниць, тобто застосування розробленого методу дозволить скоротити витрати на утримання мультипроектної команди.

3.5 Висновки до розділу 3

1. Одним з основних питань мультипроектного управління є розподіл ресурсів між проектами. Існуючі методи вирішення задачі розподілу ресурсів у мультипроектах ґрунтуються на незалежності як проектів, так і робіт проектів, гомогеності ресурсів і операцій, що не завжди відповідає вимогам до мультипроекту.

2. Сформульовано постановку задачі забезпечення проектів і програм персоналом. Розроблено метод забезпечення проектів та програм персоналом, заснований на побудові матриць компетенцій та заміщення ролей, який на відміну від існуючих методів визначає склад залучуваних людських ресурсів із заданими обмеженнями, що дозволяє підвищити ефективність виконання проекту при управлінні мультипроектними командами.

3. Запропоновано процедури для вирішення поетапних задач методу. Наведено приклади рішення поетапних задач методу побудови мультипроектної команди. Отримані результати показують, що застосування розробленого методу дозволяє скоротити "вартість" мультипроектної команди в 1,2 - 1,35 рази, залежно від вихідних даних.

РОЗДІЛ 4

МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ КОМАНДИ ПРОЕКТУ З ЗАДАНИМИ ОБМЕЖЕННЯМИ

4.1 Постановка задачі формування команди проекту з обмеженням на функціональні обов'язки

При застосуванні методу планування команди «знизу-нагору» формуються команди монопроектів, з наступним об'єднанням (агрегуванням) у команду мультипроекту. Перевагами даного підходу до створення команд є можливість побудови ефективних команд монопроектів із застосуванням спеціальних методів формування команд. Недоліком методу є відсутність координації при плануванні, конкуренція за ресурси в проекті, відсутність управління пріоритетами проектів при підборі команди проекту, відсутність єдиної системи мотивацій у проектах. Застосування даного методу характерно для компаній із децентралізованим управлінням.

При централізованому підході до управління використовується метод планування команд мультипроекту «зверху - донизу». Даний вид формування команди мультипроекту характерний для компаній, що розглядають мультипроект, як комплексний проект, що складається з ряду взаємозалежних монопроектів, об'єднаних однією метою. У цьому випадку на початковому етапі управління проектами формується агрегований вид команди з наступною деталізацією.

Створення єдиного пула ресурсів мультипроекту дозволить урахувати пріоритет монопроектів при формуванні команд. Перевагою даного методу є

забезпечення єдиного підходу до формування команд монопроектів, єдиної системи мотивації. Недоліком є надмірна централізація, що приводить до ускладнення процесу прийняття управлінських рішень [14].

При обмеженнях на функціональні обов'язки вважають, що один член команди виконує тільки одну функцію. Проблема вибору команди проекту виникає, коли претендент може виконувати кілька функцій, і необхідно визначити для виконання яких саме функцій найбільше доцільно його використати.

Задача формування команди проекту з обмеженням на функціональні обов'язки (один член команди - одна функція) формулюється таким чином.

Для заданої множини претендентів у команду $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$; множини функцій $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$, які пов'язані матрицею компетенцій R , при заданій матриці вартості виконання робіт претендентами C та множині вимог $T = \{T_1, T_2, \dots, T_m\}$ необхідно знайти склад команди проекту D , при якому

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (D_{ij} \cdot C_{ij}) &\rightarrow \min; \\ \sum_{j=1}^m (D_{ij} \cdot R_{ij}) &= 1; \quad i = 1, \dots, n; \\ \sum_{i=1}^n D_{ij} &\geq T_j; \quad j = 1, \dots, m; \end{aligned}$$

де R_{ij} – елемент $(n \times m)$ - матриці компетенцій, що пов'язує можливості претендентів щодо здатності

виконання відповідних функцій (табл. 4.1). Якщо i -ий претендент виконує j -у функцію, то $R_{ij} = 1$, у протилежному випадку $R_{ij} = 0$. Розглядаються претенденти, здатні виконувати дві й більше функцій;

C_{ij} – елемент $(n \times m)$ - матриці вартостей, що пов'язує вартість виконання відповідних функцій кожним претендентом (табл. 4.2). Якщо i -ий претендент виконує j -у функцію, то $C_{ij} > 0$, у протилежному випадку $C_{ij} = 0$,

D_{ij} – елемент $(n \times m)$ – матриці (табл. 4.3), у якій елемент матриці $D_{ij}=1$, якщо i -ий претендент відібраний у команду для виконання j -ої функції;

$T = \{T_1, T_2, \dots, T_m\}$ - необхідна кількість членів команди для реалізації відповідної функції.

Таблиця 4.1 – Матриця компетенцій

$P \backslash A$	A_1	A_2	...	A_j	...	A_m
P_1	R_{11}	R_{12}	...	R_{1j}	...	R_{1m}
...
P_i	R_{i1}	R_{i2}	...	R_{ij}	...	R_{im}
...
P_n	R_{n1}	R_{n2}	...	R_{nj}	...	R_{nm}

Таблиця 4.2 - Матриця вартостей

$P \backslash A$	A_1	A_2	...	A_j	...	A_m
P_1	C_{11}	C_{12}	...	C_{1j}	...	C_{1m}
...
P_i	C_{i1}	C_{i2}	...	C_{ij}	...	C_{im}
...
P_n	C_{n1}	C_{n2}	...	C_{nj}	...	C_{nm}

Таблиця 4.3 – Склад команди

$P \backslash A$	A_1	A_2	...	A_j	...	A_m
P_1	D_{11}	D_{12}	...	D_{1j}	...	D_{1m}
...
P_i	D_{i1}	D_{i2}	...	D_{ij}	...	D_{im}
...
P_n	D_{n1}	D_{n2}	...	D_{nj}	...	D_{nm}

Розглянуту задачу можна віднести як до розподільних задач (задача про призначення), так і до задач про покриття множин.

Розподільні задачі [allocation problems] – клас економіко-математичних задач, пов'язаних із розподілом ресурсів по роботах, які необхідно виконати [96]. Якщо ресурсів недостатньо, щоб кожну роботу виконати найбільш ефективно, виникає необхідність у передачі ресурсів з однієї роботи на іншу. Це приводить до зміни загальної ефективності всіх робіт, разом узятих. Тому розподільні задачі полягають у відшуванні найкращого розподілу ресурсів, при якому або максимізується загальний дохід або результат, виражений у якій-небудь іншій формі, або мінімізуються витрати [96]. Такі задачі найчастіше вирішуються методом лінійного програмування [97].

Задача про призначення [assignment problem] – вид задачі лінійного програмування, за допомогою якої вирішуються задача розподілу робітників по верстатах, щоб загальний виробіток був найбільшим або витрати на заробітну плату найменшими, організація екіпажів транспортних засобів, призначення людей на різні посади та ін. [98, 99]. У зв'язку з високою трудомісткістю для

знаходження оптимального варіанта застосовують спеціальні алгоритми.

4.2 Формування команди проекту з обмеженнями на функціональні обов'язки

Відомі методи рішення подібних задач, розглянуті вище, з першого кроку починають оптимізацію за вартістю, що в результаті приводить до одержання тільки одного рішення. При зміні вартостей необхідно заново проводити пошук оптимального рішення. Особливістю пропонованого алгебраїчного підходу є формування множини варіантів можливих рішень без урахування вартості, з наступним вибором оптимального за вартістю. При зміні значень матриці вартостей необхідно для кожного варіанта визначити вартість його реалізації, не прораховуючи задачу заново.

У загальному вигляді метод рішення задачі складається з таких етапів.

Етап 1. Для функції A_j формується множина претендентів $P(A_j)$, здатних її виконати:

$$P(A_j) = \{P_{j1}, \dots, P_{jh_j}\}; \quad h_j = \sum_{i=1}^n R_{ij}; \quad j=1, \dots, m.$$

Етап 2. Формуються варіанти використання претендентів для виконання відповідних функцій проекту. S -ий варіант реалізації функції A_j описується множиною

$$G_{sj} = \{g_{s1}, \dots, g_{sh_j}\}, s=1, \dots, k_s;$$

де $g_{si} \in \{0, 1\}$, $i = 1, \dots, h_j$,

$$\sum_{r=1}^{h_j} g_{sr} = t_j, k_s = C_n^{t_j} \prod_{i=1}^{t_j} R_{ij}.$$

Етап 3. Визначається логічна функція реалізації функції A_j :

$$F(A_j) = \bigvee_{s=1}^{k_s} \lambda_s,$$

де λ_s - кон'юнкція рангу t_j , що відповідає варіанту G_{sj} реалізації функції A_j , до складу якої входять претенденти з множини $P(A_j)$, для яких $g_{si} = 1$, $s = 1, \dots, h_j$.

Виконання i -им претендентом j -ої функції позначається P_{ij} .

Етап 4. Визначається функція реалізації проекту:

$$F = \bigotimes_{j=1}^m F(A_j),$$

де операція \otimes визначається в такий спосіб:

$$P_{a,b} \otimes P_{c,d} = \begin{cases} P_{a,b} \& P_{c,d} \text{ якщо } a \neq c, \\ 0, \text{ якщо } a = c \end{cases}.$$

Етап 5. Функція F зводиться до нормального вигляду. Одержаний результат відображає можливі варіанти побудови команди.

Етап 6. Для заданої матриці вартостей вибирається варіант із найменшою вартістю.

4.3. Процедура формування команди проекту з обмеженнями на функціональні обов'язки

Кількість рядків у матриці M_i позначимо Z_i .

Наступний етап - \otimes —множення матриць, що складається у виключенні добутоків, для яких $P_{i,j} \otimes P_{i,p} = 0$. Кількість рядків матриці, одержаної в результаті множення i -ої та j -ої матриць позначимо Z_{ij} . При описі процедури, що виконує множення матриць використані наступні позначення:

I_1 - поточний номер розглянутого варіанта матриці M_1 ;

I_2 - поточний номер розглянутого варіанта матриці M_2 ;

L - поточний номер сформованого варіанта матриці M_{12} ;

J - номер розглянутого претендента.

Ця процедура складається з наступних етапів.

Етап 1. Прийняти $L = 0$.

Етап 2. Прийняти $I_1 = 0$.

Етап 3. Прийняти $I_1 = I_1 + 1$.

Етап 4. Прийняти $I_2 = 0$.

Етап 5. Прийняти $I_2 = I_2 + 1$.

Етап 6. Прийняти $J = 0$.

Етап 7. Прийняти $J = J + 1$.

Етап 8. Якщо $M_1[J, I_1] > 0$ і $M_2[J, I_2] > 0$, то перейти до п. 15.

Етап 9. Якщо $J < N$, то перейти до п. 5.

Етап 10. Прийняти $L = L + 1$.

Етап 11. Прийняти $J_2 = 0$.

Етап 12. Прийняти $J_2 = J_2 + 1$.

Етап 13. Якщо $M_1[J_2, I_1] > 0$, то $M_{12}[J_2, L] = M_1[j, I_1]$.

Етап 14. Якщо $M_2[J_2, I_2] > 0$, то $M_{12}[J_2, L] = M_2[J, I_2]$.

Етап 15. Якщо $J_2 < N$, то перейти до п. 12.

Етап 16. Якщо $I_2 < Z_2$, то перейти до п. 5.

Етап 17. Якщо $I_1 < Z_1$, то перейти до п. 3.

4.4. Приклад формування команди проекту з обмеженнями на функціональні обов'язки

Розглянемо приклад вибору членів команди. Для заданої матриці компетенцій (табл. 4.4) необхідно відібрати команду з вимогами: $T = \{1, 2, 1, 2\}$.

Для кожної функції на підставі матриці компетенцій та з урахуванням вимог по функції записуємо можливі варіанти їхнього виконання. Якщо i -ий претендент реалізує j -у функцію, то це будемо записувати P_{ij} .

Наприклад, необхідно відібрати два претенденти для реалізації другої функції. Ці задачі можуть виконати наступні пари претендентів:

$$P_{2,2}P_{3,2}, P_{2,2}P_{7,2}, P_{3,2}P_{7,2}.$$

Таблиця 4.4 - Вихідна матриця компетенцій

$P \backslash A$	A_1	A_2	A_3	A_4
P_1	1	0	1	0
P_2	0	1	0	1
P_3	0	1	1	0
P_4	1	0	1	0
P_5	1	0	0	1
P_6	0	0	1	0
P_7	0	1	0	1
P_8	1	0	0	1

Поставимо у відповідність множині варіантів логічну функцію, що відповідає диз'юнкції можливих варіантів. У таблиці 4.5 наведені логічні функції для кожної задачі.

Таблиця 4.5 – Логічні функції для кожної задачі

Номер функції, що реалізується в проєкті	Вид логічної функції
1	$P_{1,1} \vee P_{4,1} \vee P_{5,1} \vee P_{8,1}$
2	$P_{2,2}P_{3,2} \vee P_{2,2}P_{7,2} \vee P_{3,2}P_{7,2}$
3	$P_{1,3} \vee P_{3,3} \vee P_{4,3} \vee P_{6,3}$
4	$P_{2,4}P_{5,4} \vee P_{2,4}P_{7,4} \vee P_{2,4}P_{8,4} \vee P_{5,4}P_{7,4} \vee P_{5,4}P_{8,4} \vee P_{7,4}P_{8,4}$

Записуємо логічну функцію реалізації проєкту як \otimes - добуток часткових логічних функцій:

$$F = (P_{1,1} \vee P_{4,1} \vee P_{5,1} \vee P_{8,1}) \otimes (P_{2,2}P_{3,2} \vee P_{2,2}P_{7,2} \vee P_{3,2}P_{7,2}) \otimes$$

$$\otimes (P_{1,3} \vee P_{3,3} \vee P_{4,3} \vee P_{6,3}) \otimes (P_{2,4}P_{5,4} \vee P_{2,4}P_{7,4} \vee P_{2,4}P_{8,4} \vee P_{5,4}P_{7,4} \vee P_{5,4}P_{8,4} \vee P_{7,4}P_{8,4}).$$

Одержану функцію приводимо до бездужкового вигляду з урахуванням \otimes -множення ($P_{i,j} \otimes P_{i,p} = 0$, $0 \otimes P_{ij} = 0$, $0 \vee P_{i,j} = P_{i,j}$):

$$\begin{aligned} F = & P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{7,4} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{7,4}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,4} \vee \\ & \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,3}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{2,4}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{7,2} \vee \\ & \vee P_{1,1}P_{2,4}P_{3,2}P_{4,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{1,1}P_{2,4}P_{3,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,1}P_{2,4}P_{3,2}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{1,1}P_{3,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{7,4} \vee \\ & \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{8,4} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{7,4}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,4} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,4} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{2,2}P_{3,3}P_{4,1}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{2,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{1,3}P_{2,4}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{7,2} \vee P_{1,3}P_{2,4}P_{3,2}P_{4,1}P_{7,2}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{1,3}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{2,4}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2} \vee \\ & \vee P_{2,4}P_{3,2}P_{4,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{5,1}P_{7,4}P_{8,4} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{7,4}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,4} \vee P_{1,3}P_{2,4}P_{3,2}P_{5,1}P_{7,2}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{2,4}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{2,4}P_{3,2}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee \\ & \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{5,4}P_{7,4}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{7,4}P_{8,1} \vee \\ & \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,1} \vee P_{1,3}P_{2,4}P_{3,2}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\ & \vee P_{2,4}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{2,4}P_{3,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1}. \end{aligned}$$

У таблиці 4.6 наведені варіанти побудови команди проекту. Для кожного варіанта зазначені виконувані їм у

проекті функції. Якщо значення "0" - це вказує, що претендент у команду не ввійшов.

Таблиця 4.6 – Варіанти побудови команди проекту

№ вар.	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
1	1	2	2	3	4	0	4	0
2	1	2	2	3	4	0	0	4
3	1	2	2	3	0	0	4	4
4	1	2	2	0	4	3	4	0
5	1	2	2	0	4	3	0	4
6	1	2	2	0	0	3	4	4
7	1	2	3	0	4	0	2	4
8	1	2	0	3	4	0	2	4
9	1	2	0	0	4	3	2	4
10	1	4	2	3	4	0	2	0
11	1	4	2	3	0	0	2	4
12	1	0	2	3	4	0	2	4
13	1	4	2	0	4	3	2	0
14	1	4	2	0	0	3	2	4
15	1	0	2	0	4	3	2	4
16	3	2	2	1	4	0	4	0
17	3	2	2	1	4	0	0	4
18	3	2	2	1	0	0	4	4
19	0	2	2	1	4	3	4	0
20	0	2	2	1	4	3	0	4
21	0	2	2	1	0	3	4	4
22	3	2	0	1	4	0	2	4
23	0	2	3	1	4	0	2	4
24	0	2	0	1	4	3	2	4
25	3	4	2	1	4	0	2	0

Продовження таблиці 4.6

№ вар.	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
26	3	4	2	1	0	0	2	4
27	3	0	2	1	4	0	2	4
28	0	4	2	1	4	3	2	0
29	0	4	2	1	0	3	2	4
30	0	0	2	1	4	3	2	4
31	3	2	2	0	1	0	4	4
32	0	2	2	3	1	0	4	4
33	0	2	2	0	1	3	4	4
34	3	4	2	0	1	0	2	4
35	0	4	2	3	1	0	2	4
36	0	4	2	0	1	3	2	4
37	3	2	2	0	4	0	4	1
38	0	2	2	3	4	0	4	1
39	0	2	2	0	4	3	4	1
40	3	4	2	0	4	0	2	1
41	0	4	2	3	4	0	2	1
42	0	4	2	0	4	3	2	1

Для реалізації описаного методу розроблені процедури, що вирішують поетапні задачі. Для зручності опису й наступної програмної реалізації використовується матрична форма, у якій стовпці відповідають претендентам, і якщо i -ий претендент виконує j -у функцію, то в i -му стовпці пишеться значення "j".

На першому етапі для кожної функції формуються матриці, що відбивають можливі варіанти вибору членів команди. У таблицях 4.7 - 4.10 наведені матриці для кожної функції розглянутого вище приклада.

Таблиця 4.7 – Матриця M_1

№ вар.	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8
1	1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	1

Таблиця 4.8 – Матриця M_2

№ вар.	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8
1	0	2	2	0	0	0	0	0
2	0	2	0	0	0	0	2	0
3	0	0	2	0	0	0	2	0

Таблиця 4.9 – Матриця M_3

№ вар.	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8
1	3	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	3	0	0	0	0	0
3	0	0	0	3	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	3	0	0

У таблицях 4.11 - 4.13 наведені результати послідовного \otimes – множення матриць.

Таблиця 4.10 – Матриця M_4

№ вар.	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8
1	0	4	0	0	4	0	0	0
2	0	4	0	0	0	0	4	0
3	0	4	0	0	0	0	0	4
4	0	0	0	0	4	0	4	0
5	0	0	0	0	4	0	0	4
6	0	0	0	0	0	0	4	4

Таблиця 4.11 – Матриця M_{12}

№ вар.	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8
1	1	2	2	0	0	0	0	0
2	1	2	0	0	0	0	2	0
3	1	0	2	0	0	0	2	0
4	0	2	2	1	0	0	0	0
5	0	2	0	1	0	0	2	0
6	0	0	2	1	0	0	2	0
7	0	2	2	0	1	0	0	0
8	0	2	0	0	1	0	2	0
9	0	0	2	0	1	0	2	0
10	0	2	2	0	0	0	0	1
11	0	2	0	0	0	0	2	1
12	0	0	2	0	0	0	2	1

Табл. 4.11 відповідає функція F_{12} :

$$\begin{aligned}
 F_{12} = & P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{7,2} \vee P_{1,1}P_{3,2}P_{7,2} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1} \vee \\
 & \vee P_{2,2}P_{4,1}P_{7,2} \vee P_{3,2}P_{4,1}P_{7,2} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{5,1} \vee P_{2,2}P_{5,1}P_{7,2} \vee \\
 & P_{3,2}P_{5,1}P_{7,2} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{3,2}P_{7,2}P_{8,1}.
 \end{aligned}$$

Таблица 4.12 – Матрица M_{123}

№ вар.	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
1	1	2	2	3	0	0	0	0
2	1	2	2	0	0	3	0	0
3	1	2	3	0	0	0	2	0
4	1	2	0	3	0	0	2	0
5	1	2	0	0	0	3	2	0
6	1	0	2	3	0	0	2	0
7	1	0	2	0	0	3	2	0
8	3	2	2	1	0	0	0	0
9	0	2	2	1	0	3	0	0
10	3	2	0	1	0	0	2	0
11	0	2	3	1	0	0	2	0
12	0	2	0	1	0	3	2	0
13	3	0	2	1	0	0	2	0
14	0	0	2	1	0	3	2	0
15	3	2	2	0	1	0	0	0
16	0	2	2	3	1	0	0	0
17	0	2	2	0	1	3	0	0
18	3	2	0	0	1	0	2	0
19	0	2	3	0	1	0	2	0
20	0	2	0	3	1	0	2	0
21	0	2	0	0	1	3	2	0
22	3	0	2	0	1	0	2	0
23	0	0	2	3	1	0	2	0
24	0	0	2	0	1	3	2	0
25	3	2	2	0	0	0	0	1
26	0	2	2	3	0	0	0	1
27	0	2	2	0	0	3	0	1
28	3	2	0	0	0	0	2	1

Продовження таблиці 4.12

№ вар.	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
29	0	2	3	0	0	0	2	1
30	0	2	0	3	0	0	2	1
31	0	2	0	0	0	3	2	1
32	3	0	2	0	0	0	2	1
33	0	0	2	3	0	0	2	1
34	0	0	2	0	0	3	2	1

Таблиці 4.12 відповідає функція:

$$\begin{aligned}
 F_{123} = & P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{6,3} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,3}P_{7,2} \vee \\
 & P_{1,1}P_{2,2}P_{4,3}P_{7,2} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,1}P_{3,2}P_{4,3}P_{7,2} \vee \\
 & P_{1,1}P_{3,2}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{6,3} \vee \\
 & P_{1,3}P_{2,2}P_{4,1}P_{7,2} \vee P_{2,2}P_{3,3}P_{4,1}P_{7,2} \vee P_{2,2}P_{4,1}P_{6,3}P_{7,2} \vee \\
 & P_{1,3}P_{3,2}P_{4,1}P_{7,2} \vee P_{3,2}P_{4,1}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{5,1} \vee \\
 & P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{5,1}P_{6,3} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{5,1}P_{7,2} \vee \\
 & P_{2,2}P_{3,3}P_{5,1}P_{7,2} \vee P_{2,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{7,2} \vee P_{2,2}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2} \vee \\
 & P_{1,3}P_{3,2}P_{5,1}P_{7,2} \vee P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{7,2} \vee P_{3,2}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2} \vee \\
 & P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{6,3}P_{8,1} \vee \\
 & P_{1,3}P_{2,2}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{3,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{4,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\
 & P_{2,2}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{1,3}P_{3,2}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{3,2}P_{4,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\
 & P_{3,2}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1}.
 \end{aligned}$$

Таблица 4.13 – Матрица M_{1234}

№ вар.	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	№ вар.	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
1	1	2	2	3	4	0	4	0	2	1	2	2	3	4	0	0	4
3	1	2	2	3	0	0	4	4	4	1	2	2	0	4	3	4	0
5	1	2	2	0	4	3	0	4	6	1	2	2	0	0	3	4	4
7	1	2	3	0	4	0	2	4	8	1	2	0	3	4	0	2	4
9	1	2	0	0	4	3	2	4	10	1	4	2	3	4	0	2	0
11	1	4	2	3	0	0	2	4	12	1	0	2	3	4	0	2	4
13	1	4	2	0	4	3	2	0	14	1	4	2	0	0	3	2	4
15	1	0	2	0	4	3	2	4	16	3	2	2	1	4	0	4	0
17	3	2	2	1	4	0	0	4	18	3	2	2	1	0	0	4	4

№ вар.	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	№ вар.	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
19	0	2	2	1	4	3	4	0	20	0	2	2	1	4	3	0	4
21	0	2	2	1	0	3	4	4	22	3	2	0	1	4	0	2	4
23	0	2	3	1	4	0	2	4	24	0	2	0	1	4	3	2	4
25	3	4	2	1	4	0	2	0	26	3	4	2	1	0	0	2	4
27	3	0	2	1	4	0	2	4	28	0	4	2	1	4	3	2	0
29	0	4	2	1	0	3	2	4	30	0	0	2	1	4	3	2	4
31	3	2	2	0	1	0	4	4	32	0	2	2	3	1	0	4	4
33	0	2	2	0	1	3	4	4	34	3	4	2	0	1	0	2	4
35	0	4	2	3	1	0	2	4	36	0	4	2	0	1	3	2	4
37	3	2	2	0	4	0	4	1	38	0	2	2	3	4	0	4	1
39	0	2	2	0	4	3	4	1	40	3	4	2	0	4	0	2	1
41	0	4	2	3	4	0	2	1	42	0	4	2	0	4	3	2	1

Таблиці 4.13 відповідає функція, що відбиває варіанти побудови команди проекту:

$$F_{1234} = (P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{7,4} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{7,4}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,4} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,3}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{2,4}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{7,2} \vee P_{1,1}P_{2,4}P_{3,2}P_{4,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{2,4}P_{3,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,1}P_{2,4}P_{3,2}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,1}P_{3,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{7,4} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{8,4} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{7,4}P_{8,4} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,4} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{8,4} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,4} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{2,2}P_{3,3}P_{4,1}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{2,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,3}P_{2,4}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{7,2} \vee P_{1,3}P_{2,4}P_{3,2}P_{4,1}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,3}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{2,4}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{2,4}P_{3,2}P_{4,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{5,1}P_{7,4}P_{8,4} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{7,4}P_{8,4} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,4} \vee P_{1,3}P_{2,4}P_{3,2}P_{5,1}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{2,4}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{2,4}P_{3,2}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{5,4}P_{7,4}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{7,4}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,1} \vee P_{1,3}P_{2,4}P_{3,2}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{2,4}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{2,4}P_{3,2}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1}).$$

4.5. Формування команди проекту з обмеженнями на склад команди

Задача формування команди проекту з обмеженнями на склад команди, при якій кількість членів команди обмежена за чисельністю або за вартістю її «утримання»

зарплати» і відсутності обмежень на строки виконання робіт формуються в такий спосіб:

Нехай:

$P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$ - множин претендентів у команду;

$A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ - множин функцій;

R_{ij} – елемент $(n \times m)$ - матриці компетенцій;

C_{ij} – елемент $(n \times m)$ - матриці вартостей, що пов'язує вартість виконання відповідних функцій кожним претендентом.

Потрібно:

Знайти склад команди проекту D , що описується $(n \times m)$ - матрицею, у якій елемент матриці $D_{ij}=1$, якщо i -ий претендент відібраний у команду, причому:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (D_{ij} \cdot C_{ij}) \rightarrow \min.$$

$$\sum_{j=1}^m (D_{ij} \cdot R_{ij}) \geq 1; \quad i = 1, \dots, n.$$

У загальному вигляді метод рішення задачі формування команди проекту з обмеженнями на склад команди складається з таких етапів.

Етап 1. Для кожної функції (для кожного стовпця матриці) сформувати множину претендентів у команду, що реалізують відповідні функції.

Етап 2. Записати часткові логічні функції для виділених множин претендентів.

Етап 3. Записати узагальнену логічну функцію для виділених множин претендентів, привести її до нормального вигляду й перетворити за допомогою правил алгебри логіки. Одержаний результат відбиває можливі варіанти побудови команди.

Етап 4. Вибрати мінімальний за вартістю варіант побудови команди проекту на підставі матриці вартостей.

Розглянемо рішення поетапних задач.

Часткові логічні функції W для виділених множин претендентів формуються на основі матриці компетенцій у такий спосіб:

$$\begin{aligned} W_1 &= P_1 R_{11} \vee \dots \vee P_i R_{i1} \vee \dots \vee P_n R_{n1}; \\ W_2 &= P_1 R_{12} \vee \dots \vee P_i R_{i2} \vee \dots \vee P_n R_{n2}; \\ &\dots \\ W_m &= P_1 R_{1m} \vee \dots \vee P_i R_{im} \vee \dots \vee P_n R_{nm}. \end{aligned}$$

Узагальнена логічна функція S для виділених множин претендентів визначається в такий спосіб:

$$S = W_1 W_2 \dots W_m.$$

Обчислення логічної функції S здійснюються шляхом послідовного множення логічних функцій W . Індекс у записі S_i вказує на кількість помножених логічних функцій W , тобто

$$S_i = W_1 W_2 \dots W_i, \quad S_{i+1} = S_i W_{i+1}, \quad i = 1, \dots, n-1.$$

Часткові логічні функції й результати множення наведено в таблиці 4.14, у якій рядки відповідають порядковому номеру (N) одержаного добутку (кон'юнкції),

а стовпці – змінним, які входять у добуток. Значення $U_{ij} = 1$ відповідає входженню j -ої змінної в i -ий добуток і її відсутність при $U_{ij} = 0$. Таке подання будемо називати складом логічної функції або добутку.

Таблиця 4.14 – Подання результатів множення часткових логічних функцій

$N \backslash P$	P_1	P_2	...	P_j	...	P_n
1	U_{11}	U_{12}	...	U_{1j}	...	U_{1n}
...
i	U_{i1}	U_{i2}	...	U_{ij}	...	U_{in}
...
m	U_{m1}	U_{m2}	...	U_{mj}	...	U_{mn}

Наприклад, для матриці компетенцій, наведеній у таблиці 4.15 часткові логічні функції

$W_1 = (P_4 \vee P_6 \vee P_7)$ і $W_2 = (P_2 \vee P_4 \vee P_5 \vee P_6 \vee P_8 \vee P_9)$ представлені в таблиці 4.16 і таблиці 4.17.

Таблиця 4.15 - Матриця компетенцій

$P \backslash A$	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}
P_1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1
P_2	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
P_3	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0
P_4	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0
P_5	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
P_6	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0
P_7	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1
P_8	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1
P_9	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0

Результат множення (S_2) наведений у таблиці 4.18.

Таблиця 4.16 – Склад W_1

N\P	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Таблиця 4.17 – Склад W_2

N\P	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0
4	0	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Таблиця 4.18 – Склад S_2

N\P	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉
1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1	1	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	1	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0	0	1	0
6	0	0	0	1	0	0	0	0	1
7	0	1	0	0	0	1	0	0	0
8	0	0	0	1	0	1	0	0	0
9	0	0	0	0	1	1	0	0	0
10	0	0	0	0	0	1	0	0	0
11	0	0	0	0	0	1	0	1	0

Продовження таблиці 4.18

N\P	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉
12	0	0	0	0	0	1	0	0	1
13	0	1	0	0	0	0	1	0	0
14	0	0	0	1	0	0	1	0	0
15	0	0	0	0	1	0	1	0	0
16	0	0	0	0	0	1	1	0	0
17	0	0	0	0	0	0	1	1	0
18	0	0	0	0	0	0	1	0	1

Логічна функція, одержана в результаті множення, має вигляд:

$$S_2 = W_1 W_2 = (P_2 P_4 \vee P_4 \vee P_4 P_5 \vee P_4 P_6 \vee P_4 P_8 \vee P_4 P_9 \vee P_2 P_6 \vee P_4 P_6 \vee P_5 P_6 \vee P_6 \vee P_6 P_8 \vee P_6 P_9 \vee P_2 P_7 \vee P_4 P_7 \vee P_5 P_7 \vee P_6 P_7 \vee P_7 P_8 \vee P_7 P_9).$$

Одержане вираження містить надлишкові кон'юнкції, наприклад, $P_4 P_5$, $P_4 P_6$, $P_4 P_8$, ..., $P_2 P_6$, $P_4 P_6$, $P_5 P_6$..., які необхідно видалити за допомогою правил алгебри логіки.

Добуток $U_i = \{U_{i1}, U_{i2}, \dots, U_{in}\}$ є надлишковим стосовно добутку $U_j = \{U_{j1}, U_{j2}, \dots, U_{jn}\}$, якщо $r_i > r_j$ та для всіх $U_{jt} = 1$ і $U_{it} = 1$, $t = 1, \dots, n$.

Процедура виключення надлишкових добутків складається з наступних етапів:

Етап 1. Множина добутків розбивається на групи відповідно до рангу (кількість змінних у добутку). Визначаються мінімальне (r_{\min}) і максимальне (r_{\max}) значення рангів.

Таблиця 4.20 – Склад S_6

N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
5	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	6	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
7	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	8	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
9	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	10	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
11	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	12	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
13	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	14	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
15	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	16	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
17	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	18	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
19	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	20	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
21	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	22	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
23	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	24	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
25	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	26	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
27	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0											

У результаті множення одержуємо наступну логічну функцію:

$$\begin{aligned}
 S_7 = & P_1P_2P_3 \vee P_1P_2P_9 \vee P_1P_2P_{10} \vee P_1P_2P_3P_6 \vee P_1P_2P_6P_9 \vee \\
 & \vee P_1P_2P_6P_{10} \vee P_2P_3P_5 \vee P_2P_3P_4 \vee P_2P_3P_8 \vee P_2P_3P_4P_5 \vee \\
 & \vee P_2P_3P_4P_6 \vee P_2P_3P_5P_6 \vee P_2P_3P_6P_8 \vee P_2P_3P_5P_8 \vee P_2P_8P_{10} \vee \\
 & \vee P_2P_6P_8P_{10} \vee P_2P_5P_8P_{10} \vee P_2P_5P_{10} \vee P_2P_4P_{10} \vee P_2P_4P_5P_{10} \vee \\
 & \vee P_2P_4P_6P_{10} \vee P_2P_5P_6P_{10} \vee P_2P_7P_8P_9 \vee P_2P_6P_7P_8P_9 \vee \\
 & \vee P_1P_2P_5P_8P_9 \vee P_2P_5P_7P_8P_9 \vee P_1P_2P_4P_5P_9 \vee P_1P_2P_3P_6 \vee \\
 & \vee P_1P_2P_6P_9 \vee P_1P_2P_6P_{10} \vee P_1P_3P_6 \vee P_1P_6P_9 \vee P_1P_6P_{10} \vee \\
 & \vee P_2P_3P_5P_6 \vee P_2P_3P_4P_6 \vee P_2P_3P_6P_8 \vee P_3P_4P_5P_6 \vee P_3P_4P_6 \vee \\
 & \vee P_3P_5P_6 \vee P_3P_6P_8 \vee P_3P_5P_6P_8 \vee P_2P_6P_8P_{10} \vee P_6P_8P_{10} \vee \\
 & \vee P_5P_6P_8P_{10} \vee P_2P_5P_6P_{10} \vee P_2P_4P_6P_{10} \vee P_4P_5P_6P_{10} \vee \\
 & \vee P_4P_6P_{10} \vee P_5P_6P_{10} \vee P_2P_6P_7P_8P_9 \vee P_6P_7P_8P_9 \vee \\
 & \vee P_1P_5P_6P_8P_9 \vee P_5P_6P_7P_8P_9 \vee P_1P_4P_5P_6P_9 \vee P_1P_2P_3P_7 \vee \\
 & \vee P_1P_2P_7P_9 \vee P_1P_2P_7P_{10} \vee P_1P_3P_6P_7 \vee P_1P_6P_7P_9 \vee \\
 & \vee P_1P_6P_7P_{10} \vee P_2P_3P_5P_7 \vee P_2P_3P_4P_7 \vee P_2P_3P_7P_8 \vee \\
 & \vee P_3P_4P_5P_7 \vee P_3P_4P_6P_7 \vee P_3P_5P_6P_7 \vee P_3P_6P_7P_8 \vee P_3P_5P_7P_8 \vee \\
 & \vee P_2P_7P_8P_{10} \vee P_6P_7P_8P_{10} \vee P_5P_7P_8P_{10} \vee P_2P_5P_7P_{10} \vee \\
 & \vee P_2P_4P_7P_{10} \vee P_4P_5P_7P_{10} \vee P_4P_6P_7P_{10} \vee P_5P_6P_7P_{10} \vee \\
 & \vee P_2P_7P_8P_9 \vee P_6P_7P_8P_9 \vee P_1P_5P_7P_8P_9 \vee P_5P_7P_8P_9 \vee \\
 & \vee P_1P_4P_5P_7P_9 \vee P_1P_2P_3P_9 \vee P_1P_2P_9 \vee P_1P_2P_9P_{10} \vee \\
 & \vee P_1P_3P_6P_9 \vee P_1P_6P_9 \vee P_1P_6P_9P_{10} \vee P_2P_3P_5P_9 \vee P_2P_3P_4P_9 \vee \\
 & \vee P_2P_3P_8P_9 \vee P_3P_4P_5P_9 \vee P_3P_4P_6P_9 \vee P_3P_5P_6P_9 \vee P_3P_6P_8P_9 \vee \\
 & \vee P_3P_5P_8P_9 \vee P_2P_8P_9P_{10} \vee P_6P_8P_9P_{10} \vee P_5P_8P_9P_{10} \vee \\
 & \vee P_2P_5P_9P_{10} \vee P_2P_4P_9P_{10} \vee P_4P_5P_9P_{10} \vee P_4P_6P_9P_{10} \vee \\
 & \vee P_5P_6P_9P_{10} \vee P_2P_7P_8P_9 \vee P_6P_7P_8P_9 \vee P_1P_5P_8P_9 \vee \\
 & \vee P_5P_7P_8P_9 \vee P_1P_4P_5P_9.
 \end{aligned}$$

Логічну функцію S_7 представляємо у вигляді

$$S_7 = S_7^3 \vee S_7^4 \vee S_7^5,$$

де S_7^3 , S_7^4 , S_7^5 - логічні функції, що входять до складу S_7 , що містять відповідно добутки рангів 3,4,5.

$$S_7^3 = P_1P_2P_3 \vee P_1P_2P_9 \vee P_1P_2P_{10} \vee P_2P_3P_5 \vee P_2P_3P_4 \vee \\ \vee P_2P_3P_8 \vee P_2P_8P_{10} \vee P_2P_5P_{10} \vee P_2P_4P_{10} \vee P_1P_3P_6 \vee P_1P_6P_9 \vee \\ \vee P_1P_6P_{10} \vee P_3P_4P_6 \vee P_3P_5P_6 \vee P_3P_6P_8 \vee P_6P_8P_{10} \vee P_4P_6P_{10} \vee \\ \vee P_5P_6P_{10} \vee P_1P_2P_9 \vee P_1P_6P_9.$$

$$S_7^4 = P_2P_4P_6P_{10} \vee P_2P_5P_6P_{10} \vee P_2P_7P_8P_9 \vee P_1P_2P_3P_6 \vee \\ \vee P_1P_2P_6P_9 \vee P_1P_2P_6P_{10} \vee P_2P_3P_4P_5 \vee P_2P_3P_4P_6 \vee \\ \vee P_2P_3P_5P_6 \vee P_2P_3P_5P_6 \vee P_2P_3P_4P_6 \vee P_2P_3P_6P_8 \vee P_3P_4P_5P_6 \vee \\ \vee P_2P_3P_6P_8 \vee P_2P_3P_5P_8 \vee P_1P_2P_3P_6 \vee P_3P_5P_6P_8 \vee \\ \vee P_2P_6P_8P_{10} \vee P_2P_6P_8P_{10} \vee P_5P_6P_8P_{10} \vee P_2P_5P_6P_{10} \vee \\ \vee P_2P_4P_6P_{10} \vee P_4P_5P_6P_{10} \vee P_2P_5P_8P_{10} \vee P_1P_2P_6P_9 \vee \\ \vee P_6P_7P_8P_9 \vee P_1P_2P_3P_7 \vee P_1P_2P_7P_9 \vee P_1P_2P_7P_{10} \vee \\ \vee P_1P_3P_6P_7 \vee P_1P_6P_7P_9 \vee P_1P_6P_7P_{10} \vee P_2P_3P_5P_7 \vee \\ \vee P_2P_3P_4P_7 \vee P_2P_3P_7P_8 \vee P_3P_4P_5P_7 \vee P_3P_4P_6P_7 \vee P_3P_5P_6P_7 \vee \\ \vee P_3P_6P_7P_8 \vee P_3P_5P_7P_8 \vee P_2P_7P_8P_{10} \vee P_6P_7P_8P_{10} \vee \\ \vee P_5P_7P_8P_{10} \vee P_2P_5P_7P_{10} \vee P_2P_4P_7P_{10} \vee P_4P_5P_7P_{10} \vee \\ \vee P_4P_6P_7P_{10} \vee P_5P_6P_7P_{10} \vee P_2P_7P_8P_9 \vee P_6P_7P_8P_9 \vee \\ \vee P_5P_7P_8P_9 \vee P_1P_2P_3P_9 \vee P_1P_2P_6P_{10} \vee P_1P_2P_9P_{10} \vee \\ \vee P_1P_3P_6P_9 \vee P_2P_4P_5P_{10} \vee P_1P_6P_9P_{10} \vee P_2P_3P_5P_9 \vee \\ \vee P_2P_3P_4P_9 \vee P_2P_3P_8P_9 \vee P_3P_4P_5P_9 \vee P_3P_4P_6P_9 \vee P_3P_5P_6P_9 \vee \\ \vee P_3P_6P_8P_9 \vee P_3P_5P_8P_9 \vee P_2P_8P_9P_{10} \vee P_6P_8P_9P_{10} \vee \\ \vee P_5P_8P_9P_{10} \vee P_2P_5P_9P_{10} \vee P_2P_4P_9P_{10} \vee P_4P_5P_9P_{10} \vee \\ \vee P_4P_6P_9P_{10} \vee P_5P_6P_9P_{10} \vee P_2P_7P_8P_9 \vee P_6P_7P_8P_9 \vee \\ \vee P_1P_5P_8P_9 \vee P_5P_7P_8P_9 \vee P_1P_4P_5P_9.$$

Склад S_7^3 наведений у таблиці 4.21.

Склад S_7^4 наведений у таблиці 4.22.

Таблиця 4.21 – Склад S^3_7

N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	11	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	13	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
4	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	14	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
5	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	15	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	16	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
7	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	17	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
8	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	18	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
9	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	19	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
10	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	20	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0

Таблиця 4.22 – Склад S^4_7

N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	27	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
2	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	28	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
3	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	29	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
4	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	30	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
5	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	31	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0
6	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	32	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
7	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	33	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
8	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	34	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
9	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	35	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0
10	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	36	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
11	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	37	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0
12	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	38	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
13	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	39	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
14	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	40	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
15	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	41	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1
16	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	42	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
17	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	43	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1

Продовження таблиці 4.22

N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	44	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1
19	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	45	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1
20	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	46	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
21	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	47	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1
22	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	48	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
23	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	49	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0
24	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	50	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
25	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	51	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
26	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	52	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
53	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	54	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
55	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	56	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
57	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	58	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
59	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	60	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
61	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	62	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0

N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
63	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	64	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0
65	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	66	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
67	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	68	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
69	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	70	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
71	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	72	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
73	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	74	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0
75	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	76	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
77	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	78	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0

$$S^5_7 = P_1P_5P_7P_8P_9 \vee P_1P_2P_4P_5P_9 \vee P_1P_4P_5P_7P_9 \vee \\ \vee P_2P_6P_7P_8P_9 \vee P_1P_2P_5P_8P_9 \vee P_2P_6P_7P_8P_9 \vee P_2P_5P_7P_8P_9 \vee \\ \vee P_1P_5P_6P_8P_9 \vee P_5P_6P_7P_8P_9 \vee P_1P_4P_5P_6P_9.$$

Склад S^5_7 наведений у таблиці 4.23.

Таблиця 4.23 - Склад S^5_7

N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0
2	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0
3	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
5	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0
6	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0
7	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0
8	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0
9	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
10	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0

У таблиці 4.24 наведені результати виключення надлишкових добутоків. N^* означає номер добутку, що поглинає розглянутий рядок.

Таблиця 4.24 - Результати перетворень

N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N^*
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
4	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	
5	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	

Продовження таблиці 4.24

N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N*
6	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	
7	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	
8	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
9	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	
10	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
11	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
13	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	
14	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	
15	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	
16	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	
17	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	
18	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	
19	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
20	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	11
21	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	9
22	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	8
23	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	
24	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
25	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	2
26	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3
27	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4
28	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	5
29	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	4
30	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	4
31	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	5
32	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	6
33	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	13

Продовження таблиці 4.24

N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N*
34	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	6
35	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	4
36	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
37	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	14
38	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	7
39	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	7
40	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	16
41	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	8
42	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	9
43	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	17
44	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	7
45	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	2
46	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	
47	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
48	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	2
49	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	3
50	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
51	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	11
52	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	12
53	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	4
54	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	5
55	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	6
56	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	
57	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	13
58	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	14
59	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	15
60	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	
61	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	7

Продовження таблиці 4.24

N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N*
62	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	16
63	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	
64	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	8
65	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	9
66	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	
67	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	17
68	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	18
69	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	23
70	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	46
71	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	
72	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
73	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3
74	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2
75	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	10
76	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	8
77	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	11
78	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	4
79	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	5
80	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	6
88	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	
81	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	
82	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	13
83	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	14
84	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	15
85	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	
86	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	7
87	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	16
89	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	8
90	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	9

Продовження таблиці 4.24

N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N*
91	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	
92	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	17
93	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	18
94	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	23
95	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	46
96	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	
97	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	71
98	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	
99	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	71
100	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	2
101	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	98
102	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	23
103	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	2
104	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	23
105	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	23
106	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	11
107	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	46
108	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	11

Одержана в результаті перетворень логічна функція має вигляд:

$$\begin{aligned}
 S_7 = & P_1P_2P_3 \vee P_1P_2P_9 \vee P_1P_2P_{10} \vee P_2P_3P_5 \vee P_2P_3P_4 \vee \\
 & \vee P_2P_3P_8 \vee P_2P_8P_{10} \vee P_2P_5P_{10} \vee P_2P_4P_{10} \vee P_1P_3P_6 \vee P_1P_6P_9 \vee \\
 & \vee P_1P_6P_{10} \vee P_3P_4P_6 \vee P_3P_5P_6 \vee P_3P_6P_8 \vee P_6P_8P_{10} \vee P_4P_6P_{10} \vee \\
 & \vee P_5P_6P_{10} \vee P_2P_7P_8P_9 \vee P_6P_7P_8P_9 \vee P_3P_4P_5P_7 \vee P_3P_5P_7P_8 \vee \\
 & \vee P_5P_7P_8P_{10} \vee P_4P_5P_7P_{10} \vee P_5P_7P_8P_9 \vee P_3P_4P_5P_9 \vee \\
 & \vee P_3P_5P_8P_9 \vee P_5P_8P_9P_{10} \vee P_4P_5P_9P_{10} \vee P_1P_5P_8P_9 \vee P_1P_4P_5P_9.
 \end{aligned}$$

Після перетворення склад S_7 наведений у таблиці 4.25.

Таблиця 4.25 - Склад S_7

N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
5	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
6	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
7	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
8	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
9	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
10	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
11	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
12	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
13	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0
14	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
15	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
16	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
17	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
18	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
19	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0
20	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
21	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0
22	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
23	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
24	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
25	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
26	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0
27	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0
28	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
29	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1

Продовження таблиці 4.25

N\P	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0
31	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0

Залежно від вигляду матриці вартостей для кожного варіанта побудови команди проекту визначається сумарна вартість для кожного варіанту й вибирається варіант із найменшою вартістю.

Приклади формування команди при ладанних обмеженнях наведено у додатку А.

4.6 Висновки до розділу 4

Проведено аналіз методів планування команди мультипроекту. Виявлено, що при агрегуванні монопроектів у мультипроекті ефективність управління людськими ресурсами монопроектів визначає ефективність управління мультипроектом в цілому.

Сформульовано постановку задачі формування команди проекту з обмеженням на функціональні обов'язки. Розглянуто можливі обмеження на функціональні обов'язки.

Розроблено метод формування команди проекту з обмеженням на функціональні обов'язки, що дозволяє будувати команду проекту із заданими обмеженнями. В основі методу лежить алгебраїчне перетворення логічних функцій, які відбивають множину сполучень претендентів, що реалізують задані функції проекту відповідно до вимог.

Запропоновано метод формування команди проекту з обмеженнями на склад команди.

РОЗДІЛ 5

МЕТОД ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНОЇ КОМАНДИ ПРОЕКТУ

5.1 Питання перерозподілу ресурсів у проекті

Під час виконання проекту в план проекту вносяться зміни, що приводить до зміни потреби в ресурсах, необхідності координації ресурсів як у проекті, так і в ресурсному пулі організації.

Крім того, можуть бути змінені пріоритет робіт і рівень їхньої критичності. З метою контролю рівня критичності робіт пропонується на етапі планування визначити основні тригери, які дозволять виявити відхилення від ходу виконання проекту.

Підвищення рівня ризику в проекті й підвищення рівня критичності робіт приводить до необхідності проведення екстреного перерозподілу ресурсів. Необхідність інтенсифікації виконання робіт у проекті також приводить до перерозподілу людських ресурсів, збільшення їхньої чисельності.

Оскільки на етапі планування людських ресурсів проекту були визначені попередні вимоги до ресурсів, то вони мають потребу в зміні. Таким чином, вимоги не є постійними величинами для певних робіт проекту, а можуть змінюватися під час виконання проекту. Зміна вимог приводить до необхідності перепланування команди проекту. Перепланування команди складається з наступних етапів: визначення нових вимог, визначення зміненого складу команди проекту (визначення необхідних компетенцій), визначення претендентів, застосування

спеціальних методів формування проекту, введення нових членів команди до проекту.

Змінені вимоги визначаються керівництвом проекту як наслідок зміни критичності робіт і потреби в ресурсах. Внесення змін в ієрархічну структуру робіт приводить до зміни ієрархічної структури ресурсів. Введення додаткових ресурсів має потребу у визначенні додаткових компетенцій, при цьому можливо як розширення спектра компетенцій у проекті, так і збільшення вимог до кількості компетенцій без збільшення їх спектра. Якщо при плануванні проекту використовуються мультиресурси, певна група ресурсів, що працює разом, то в проекті вони функціонують як неподільна мобільна одиниця. Компетенція мобільної одиниці складається з компетенцій членів групи, із заданими в межах групи вимогами.

5.2. Метод формування адаптивної команди

Задача перерозподілу ресурсів може бути вирішена за допомогою розробленого й описаного в розділі 4 методу. При цьому необхідно розглядати матрицю компетенцій не претендентів, а вже сформованої команди з урахуванням нових вимог.

Наприклад, для команди проекту з матрицею компетенцій, наведеної в таблиці 5.1, яка забезпечує вимоги $T = \{3, 1, 2, 2\}$, функція реалізації проекту має вигляд:

$$\begin{aligned}
 F = & P_{1,1}P_{2,2}P_{3,3}P_{4,1}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,4} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,1}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,3}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,1} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\
 & \vee P_{1,1}P_{2,4}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,1} \vee
 \end{aligned}$$

$\vee P_{1,3}P_{2,4} P_{3,2}P_{4,1}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,1}$.

Таблиця 5.1 - Матриця компетенцій команди проекту

$P \backslash A$	A_1	A_2	A_3	A_4
P_1	1	0	1	0
P_2	0	1	0	1
P_3	0	1	1	0
P_4	1	0	1	0
P_5	1	0	0	1
P_6	0	0	1	0
P_7	0	1	0	1
P_8	1	0	0	1

Зробити перерозподіл ресурсів для вимог: $T = \{2, 2, 2, 2\}$.

Для кожної функції на підставі матриці компетенцій враховуємо вимоги по цій функції та записуємо можливі варіанти їхнього виконання. У таблиці 5.2 наведені логічні функції для кожної задачі.

Таблиця 5.2 – Логічні функції для кожної задачі

Номер функції, що реалізована в проєкті	Вид логічної функції
1	$P_{1,1}P_{4,1} \vee P_{1,1}P_{5,1} \vee P_{1,1}P_{8,1} \vee P_{4,1}P_{5,1} \vee P_{4,1}P_{8,1} \vee P_{5,1}P_{8,1}$
2	$P_{2,2}P_{3,2} \vee P_{2,2}P_{7,2} \vee P_{3,2}P_{7,2}$
3	$P_{1,3}P_{3,3} \vee P_{1,3}P_{4,3} \vee P_{1,3}P_{6,3} \vee P_{3,3}P_{4,3} \vee P_{3,3}P_{6,3} \vee P_{4,3}P_{6,3}$
4	$P_{2,4}P_{5,4} \vee P_{2,4}P_{7,4} \vee P_{2,4}P_{8,4} \vee P_{5,4}P_{7,4} \vee P_{5,4}P_{8,4} \vee P_{7,4}P_{8,4}$

Записуємо логічну функцію реалізації проекту як
 \otimes -добуток часткових логічних функцій.

$$F = (P_{1,1}P_{4,1} \vee P_{1,1}P_{5,1} \vee P_{1,1}P_{8,1} \vee P_{4,1}P_{5,1} \vee P_{4,1}P_{8,1} \vee \\ \vee P_{5,1}P_{8,1}) \otimes (P_{2,2}P_{3,2} \vee P_{2,2}P_{7,2} \vee P_{3,2}P_{7,2}) \otimes (P_{1,3}P_{3,3} \vee \\ \vee P_{1,3}P_{4,3} \vee P_{1,3}P_{6,3} \vee P_{3,3}P_{4,3} \vee P_{3,3}P_{6,3} \vee P_{4,3}P_{6,3}) \otimes \\ \otimes (P_{2,4}P_{5,4} \vee P_{2,4}P_{7,4} \vee P_{2,4}P_{8,4} \vee P_{5,4}P_{7,4} \vee \\ \vee P_{5,4}P_{8,4} \vee P_{7,4}P_{8,4}).$$

Одержану функцію приводимо до нормального вигляду:

$$F = (P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{4,1}P_{7,2} \vee P_{1,1}P_{3,2}P_{4,1}P_{7,2} \vee \\ \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{5,1} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{5,1}P_{7,2} \vee P_{1,1}P_{3,2}P_{5,1}P_{7,2} \vee \\ \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{8,1} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{1,1}P_{3,2}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\ \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,1} \vee P_{2,2}P_{4,1}P_{5,1}P_{7,2} \vee P_{3,2}P_{4,1}P_{5,1}P_{7,2} \vee \\ \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{4,1}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{3,2}P_{4,1}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\ \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{5,1}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{5,1}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{3,2}P_{5,1}P_{7,2}P_{8,1}) \otimes \\ \otimes (P_{1,3}P_{3,3} \vee P_{1,3}P_{4,3} \vee P_{1,3}P_{6,3} \vee P_{3,3}P_{4,3} \vee P_{3,3}P_{6,3} \vee \\ \vee P_{4,3}P_{6,3}) \otimes (P_{2,4}P_{5,4} \vee P_{2,4}P_{7,4} \vee P_{2,4}P_{8,4} \vee P_{5,4}P_{7,4} \vee P_{5,4}P_{8,4} \vee \\ \vee P_{7,4}P_{8,4}) = (P_{1,1}P_{2,2}P_{3,3}P_{4,1}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{6,3} \vee \\ \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,3}P_{4,3}P_{5,1}P_{7,2} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,3}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2} \vee \\ \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,1}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2} \vee \\ \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{6,3}P_{8,1} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,3}P_{4,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\ \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,3}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{4,3}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\ \vee P_{1,1}P_{3,2}P_{4,3}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,1}P_{6,3} \vee \\ \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,3}P_{4,1}P_{5,1}P_{7,2} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{4,1}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2} \vee \\ \vee P_{2,2}P_{3,3}P_{4,1}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,3}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2} \vee \\ \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{6,3}P_{8,1} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,3}P_{4,1}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\ \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{4,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{3,3}P_{4,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\ \vee P_{1,3}P_{3,2}P_{4,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{8,1} \vee \\ \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{5,1}P_{6,3}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{6,3}P_{8,1} \vee$$

$$\begin{aligned}
& \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,3}P_{5,1}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\
& \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{3,3}P_{4,3}P_{5,1}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\
& \vee P_{2,2}P_{3,3}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{2,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\
& \vee P_{1,3}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{7,2}P_{8,1} \vee P_{1,3}P_{3,2}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\
& \vee P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1}) \times \\
& \times (P_{2,4}P_{5,4} \vee P_{2,4}P_{7,4} \vee P_{2,4}P_{8,4} \vee \\
& \vee P_{5,4}P_{7,4} \vee P_{5,4}P_{8,4} \vee P_{7,4}P_{8,4}) = \\
& = P_{1,1}P_{2,2}P_{3,3}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee \\
& \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,4} \vee \\
& \vee P_{1,1}P_{2,4}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee \\
& \vee P_{1,1}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,1} \vee \\
& \vee P_{1,1}P_{2,4}P_{3,2}P_{4,3}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1} \vee \\
& \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,4} \vee \\
& \vee P_{1,3}P_{2,4}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,1}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,4} \vee \\
& \vee P_{1,3}P_{2,2}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,4}P_{8,1} \vee \\
& \vee P_{1,3}P_{2,4}P_{3,2}P_{4,1}P_{5,4}P_{6,3}P_{7,2}P_{8,1}.
\end{aligned}$$

Одержана в результаті перетворень диз'юнктивна нормальна форма відбиває всі можливі варіанти побудови команди проекту, з урахуванням заданих вимог.

Вид матриці вартості істотно впливає на вибір оптимального варіанта складу команди.

Так, наприклад, для матриці компетенцій команди й матриці вартостей, наведених відповідно в таблицях 5.3 і 5.4, та вимог $T = \{2, 2, 2, 2, 2\}$ рішення має вигляд.

Таблиця 5.3 – Матриця компетенцій команди

$P \backslash A$	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
P_1	1	0	1	0	0
P_2	1	1	0	0	0
P_3	1	0	0	1	0
P_4	1	0	0	0	1

Продовження таблиці 5.3

P\A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
P ₅	0	1	1	0	0
P ₆	0	1	0	1	0
P ₇	0	1	0	0	1
P ₈	0	0	1	1	0
P ₉	0	0	1	0	1
P ₁₀	0	0	0	1	1

Таблиця 5.4 – Матриця вартостей

P\A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
P ₁	4	0	2	0	0
P ₂	2	3	0	0	0
P ₃	3	0	0	2	0
P ₄	4	0	0	0	2
P ₅	0	3	2	0	0
P ₆	0	2	0	4	0
P ₇	0	4	0	0	2
P ₈	0	0	4	3	0
P ₉	0	0	3	0	4
P ₁₀	0	0	0	3	4

У таблиці 5.5 наведено варіанти побудови команди проекту.

Таблиця 5.5 – Варіанти побудови команди проекту

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
1	1	1	4	5	2	2	5	3	3	4
2	1	1	4	5	2	4	2	3	3	5

Продовження таблиці 5.5

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
3	1	1	4	5	3	2	2	3	5	4
4	1	1	4	5	3	2	2	4	3	5
5	1	2	1	5	2	4	5	3	3	4
6	1	2	1	5	3	2	5	4	3	4
7	1	2	1	5	3	4	2	3	5	4
8	1	2	1	5	3	4	2	4	3	5
9	1	2	4	1	2	4	5	3	3	5
10	1	2	4	1	3	2	5	3	5	4
11	1	2	4	1	3	2	5	4	3	5
12	1	2	4	1	3	4	2	3	5	5
13	3	1	1	5	2	2	5	4	3	4
14	3	1	1	5	2	4	2	3	5	4
15	3	1	1	5	2	4	2	4	3	5
16	3	1	1	5	3	2	2	4	5	4
17	3	1	4	1	2	2	5	3	5	4
18	3	1	4	1	2	2	5	4	3	5
19	3	1	4	1	2	4	2	3	5	5
20	3	1	4	1	3	2	2	4	5	5
21	3	2	1	1	2	4	5	3	5	4
22	3	2	1	1	2	4	5	4	3	5
23	3	2	1	1	3	2	5	4	5	4
24	3	2	1	1	3	4	2	4	5	5

На рисунку 5.1 наведено значення вартостей для кожного варіанта.

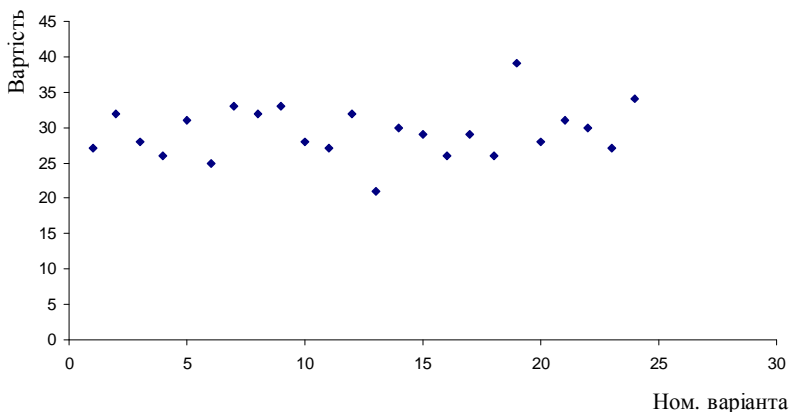


Рисунок 5.1 – Вартості реалізацій варіантів

5.3 Визначення складу адаптивної команди проекту і її функціональних можливостей при обмеженнях на суміщення функціональних обов'язків

Адаптивні методології, як правило, використовуються при реалізації ІТ-проектів, однак можуть бути використані для управління інноваційними проектами. Адаптивність є однією з характерних властивостей системи. Адаптивність команди приводить до можливості реагування на зміни списку наявних на даний момент бізнес-вимог і технічних вимог до проекту і його продукту.

Сучасні методології управління проектами розробки ПЗ ASD, Extreme Programming, Lean Development, SCRUM і Crystal є альтернативою процесному підходу до управління проектами.

Основне значення в даних методологіях набуває підвищення ефективності управління процесами за рахунок збільшення взаємодії між учасниками команди проекту [101]. Перехід від статичного життєвого циклу проекту до динамічного висуває додаткові вимоги до команди проекту.

При побудові команди проекту в компаніях, що використовують гнучкі методології управління проектами, необхідно враховувати принципи самоорганізації й самоврядування команди.

Основний акцент при такому підході робиться на результат роботи команди, а не на урахування психологічних особливостей членів команди проекту. Команда проекту в цьому випадку повинна володіти компетенціями, необхідними для виконання, як запланованих дій, так і реакцій на зміни.

Принципи управління змінами знаходять своє відбиття в методології Extreme Programming (XP). Спільне володіння кодом, парне програмування, паралельна робота над одним завданням, приводить до підвищення якості проекту й підвищення мотивації персоналу [101].

Для адаптивних команд проекту додається умова можливості реалізації претендентом декількох функцій (що дозволить здійснити адаптацію команди при зміні вимог або умов виконання проекту), тобто володіння декількома професійними компетенціями.

Розроблений метод визначення складу адаптивної команди проекту і її функціональних можливостей при обмеженнях на суміщення функціональних обов'язків складається з наступних етапів.

Етап 1. Формування матриці суміщення функцій шляхом визначення логічної функції, що описує функціональні можливості команди:

$$Y = \bigwedge_{i=1}^n \left(\bigvee_{j=1}^m A_j R_{ij} \right).$$

Етап 2. Корегування матриці суміщень Y з урахуванням множини заборонених суміщень $F_3 = \{f_1, \dots, f_g\}$. Кількість кон'юнкцій B , що входять у диз'юнктивну нормальну форму функції Y визначається таким чином:

$$B = \prod_{i=1}^n \left(\left(\sum_{j=1}^m R_{ij} \right) - \delta_i \right);$$

де δ_i - кількість заборонених суміщень для i -го претендента.

Етап 3. Відповідно до функції Y формується множина варіантів розподілу функцій між членами команди.

Етап 4. Визначається множина різних за вимогами варіантів проектів, які можуть бути реалізовані командою та способи їхньої реалізації.

Нижче наведений приклад визначення складу адаптивної команди проекту і її функціональних можливостей для матриці компетенцій членів команди, наведеної в таблиці 5.6 при обмеженнях на суміщення функціональних обов'язки $f_3 = \{(1,4), (3,5)\}$.

Таблиця 5.6 - Матриця компетенцій членів команди

P\A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
P ₁	0	1	0	1	0
P ₂	1	0	0	1	0
P ₃	1	0	1	0	0
P ₄	0	1	0	1	0
P ₅	0	0	1	0	1
P ₆	1	0	1	0	0
P ₇	1	1	0	0	0

Логічна функція, що описує функціональні можливості команди без урахування заборонених суміщень:

$$Y = (P_{1,2} \vee P_{1,4})(P_{2,1} \vee P_{2,4})(P_{3,1} \vee P_{3,3})(P_{4,2} \vee P_{4,4})(P_{5,3} \vee P_{5,5})(P_{6,1} \vee P_{6,3})(P_{7,1} \vee P_{7,2}).$$

У таблиці 5.7 наведені варіанти побудови команди проекту без урахування заборонених суміщень.

У таблиці 5.8 наведені вимоги до проектів, що реалізуються адаптивною командою та кількість варіантів їхньої реалізації.

У таблиці 5.9 наведені вимоги до проектів, що реалізуються адаптивною командою, та їх реалізація для $m = 3$.

У таблиці 5.10 наведені вимоги до проектів, що реалізуються адаптивною командою, та їх реалізація для $m = 4$.

Таблиця 5.7 – Варіанти побудови команди проекту без урахування заборонених суміщень

P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
2	1	1	2	3	1	1	2	1	1	2	5	1	1	2	1	1	4	3	1	1
2	1	1	2	3	1	2	2	1	1	2	5	1	2	2	1	1	4	3	1	2
2	1	1	2	3	3	1	2	1	1	2	5	3	1	2	1	1	4	3	3	1
2	1	1	2	3	3	2	2	1	1	2	5	3	2	2	1	1	4	3	3	2
2	1	1	4	5	1	1	2	1	3	2	3	1	1	2	1	3	2	5	1	2
2	1	1	4	5	1	2	2	1	3	2	3	1	2	2	1	3	2	5	3	1
2	1	1	4	5	3	1	2	1	3	2	3	3	1	2	1	3	2	5	3	2
2	1	1	4	5	3	2	2	1	3	2	3	3	2	2	1	3	4	3	1	1
2	1	3	4	3	3	1	2	1	3	2	5	1	1	2	1	3	4	3	1	2
2	1	3	4	3	3	2	2	4	1	2	3	1	1	2	4	1	2	5	1	2
2	1	3	4	5	1	1	2	4	1	2	3	1	2	2	4	1	2	5	3	1
2	1	3	4	5	1	2	2	4	1	2	3	3	1	2	4	1	2	5	3	2
2	1	3	4	5	3	1	2	4	1	2	3	3	2	2	4	1	4	3	1	1
2	1	3	4	5	3	2	2	4	1	2	5	1	1	2	4	1	4	3	1	2
2	4	1	4	3	3	1	2	4	1	4	5	3	2	2	4	3	2	5	1	1
2	4	1	4	3	3	2	2	4	3	2	3	1	1	2	4	3	2	5	1	2

Продовження таблиці 5.7

P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
2	4	1	4	5	1	1	2	4	3	2	3	1	2	2	4	3	2	5	3	1
2	4	1	4	5	1	2	2	4	3	2	3	3	1	2	4	3	2	5	3	2
2	4	1	4	5	3	1	2	4	3	2	3	3	2	2	4	3	4	3	1	1
2	4	3	4	3	1	2	2	4	3	4	5	3	1	4	1	1	2	3	3	2
2	4	3	4	3	3	1	2	4	3	4	5	3	2	4	1	1	2	5	1	1
2	4	3	4	3	3	2	4	1	1	2	3	1	1	4	1	1	2	5	1	2
2	4	3	4	5	1	1	4	1	1	2	3	1	2	4	1	1	2	5	3	1
2	4	3	4	5	1	2	4	1	1	2	3	3	1	4	1	1	2	5	3	2
4	1	1	4	3	1	1	4	1	1	4	5	1	2	4	1	3	2	3	3	1
4	1	1	4	3	1	2	4	1	1	4	5	3	1	4	1	3	2	3	3	2
4	1	1	4	3	3	1	4	1	1	4	5	3	2	4	1	3	2	5	1	1
4	1	1	4	3	3	2	4	1	3	2	3	1	1	4	1	3	2	5	1	2
4	1	1	4	5	1	1	4	1	3	2	3	1	2	4	1	3	2	5	3	1
4	1	3	2	5	3	2	4	1	3	4	5	1	1	4	4	1	2	3	1	2
4	1	3	4	3	1	1	4	1	3	4	5	1	2	4	4	1	2	3	3	1
4	1	3	4	3	1	2	4	1	3	4	5	3	1	4	4	1	2	3	3	2

Продовження таблиці 5.7

P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
4	1	3	4	3	3	1	4	1	3	4	5	3	2	4	4	1	2	5	1	1
4	1	3	4	3	3	2	4	4	1	2	3	1	1	4	4	1	2	5	1	2
4	4	1	2	5	3	1	4	4	1	4	3	3	2	4	4	3	2	3	1	1
4	4	1	2	5	3	2	4	4	1	4	5	1	1	4	4	3	2	3	1	2
4	4	1	4	3	1	1	4	4	1	4	5	1	2	4	4	3	2	3	3	1
4	4	1	4	3	1	2	4	4	1	4	5	3	1	4	4	3	2	3	3	2
4	4	1	4	3	3	1	4	4	1	4	5	3	2	4	4	3	2	5	1	1
4	4	3	2	5	1	2	4	4	3	4	3	1	2	4	4	3	4	5	1	2
4	4	3	2	5	3	1	4	4	3	4	3	3	1	4	4	3	4	5	3	1
4	4	3	2	5	3	2	4	4	3	4	3	3	2	4	4	3	4	5	3	2
4	4	3	4	3	1	1	4	4	3	4	5	1	1							

Таблиця 5.8 - Вимоги до проектів, що реалізуються адаптивною командою

№	Т	Кіл.	№	Т	Кіл.	№	Т	Кіл.	№	Т	Кіл.
1	0,1,2,3,1	1	2	0,1,3,3,0	1	3	0,2,2,2,1	2	4	0,2,3,2,0	2
5	0,3,2,1,1	1	6	0,3,3,1,0	1	7	1,0,2,3,1	1	8	1,0,3,3,0	1
9	1,1,1,3,1	2	10	1,1,2,2,1	3	11	1,1,2,3,0	5	12	1,2,1,2,1	4
13	1,2,2,1,1	3	14	1,2,2,2,0	4	15	1,2,3,1,0	3	16	1,3,1,1,1	2
17	1,3,2,0,1	1	18	1,3,2,1,0	2	19	1,3,3,0,0	1	20	2,0,1,3,1	2
21	2,0,2,2,1	1	22	2,0,2,3,0	3	23	2,1,0,3,1	1	24	2,1,1,2,1	6
25	2,1,1,3,0	1	26	2,1,2,1,1	2	27	2,1,2,2,0	6	28	2,1,3,1,0	2
29	2,2,0,2,1	2	30	2,2,1,1,1	6	31	2,2,1,2,0	2	32	2,2,2,0,1	1
33	2,2,2,1,0	6	34	2,2,3,0,0	1	35	2,3,0,1,1	1	36	2,3,1,0,1	2
37	2,3,1,1,0	1	38	2,3,2,0,0	2	39	3,0,0,3,1	1	40	3,0,1,2,1	2
41	3,0,1,3,0	1	42	3,0,2,2,0	2	43	3,1,0,2,1	3	44	3,1,1,1,1	4
45	3,1,1,2,0	3	46	3,1,2,1,0	4	47	3,2,0,1,1	3	48	3,2,1,0,1	2
49	3,2,1,1,0	3	50	3,2,2,0,0	2	51	3,3,0,0,1	1	52	3,3,1,0,0	1
53	4,0,0,2,1	1	54	4,0,1,2,0	1	55	4,1,0,1,1	2	56	4,1,1,1,0	2
57	4,2,0,0,1	1	58	4,2,1,0,0	1						

Таблиця 5.9 - Вимоги до проектів, що реалізуються адаптивною командою, та їх реалізація для $m=3$

№	T	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	№	T	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
1	0,1,3,3,0	4	4	3	4	3	3	2	2	0,2,3,2,0	4	4	3	2	3	3	2
3	0,2,3,2,0	2	4	3	4	3	3	2	4	0,3,3,1,0	2	4	3	2	3	3	2
5	1,0,3,3,0	4	4	3	4	3	3	1	6	1,3,3,0,0	2	1	3	2	3	3	2
7	2,0,2,3,0	4	4	3	4	3	1	1	8	2,0,2,3,0	4	4	1	4	3	3	1
9	2,0,3,2,0	4	1	3	4	3	3	1	10	2,2,3,0,0	2	1	3	2	3	3	1
11	2,3,2,0,0	2	1	3	2	3	1	2	12	2,3,2,0,0	2	1	1	2	3	3	2
13	3,0,0,3,1	4	4	1	4	5	1	1	14	3,0,1,3,0	4	4	1	4	3	1	1
15	3,0,2,2,0	4	1	3	4	3	1	1	16	3,0,2,2,0	4	1	1	4	3	3	1
17	3,2,2,0,0	2	1	3	2	3	1	1	18	3,2,2,0,0	2	1	1	2	3	3	1
19	3,3,0,0,1	2	1	1	2	5	1	2	20	3,3,1,0,0	2	1	1	2	3	1	2
21	4,0,0,2,1	4	1	1	4	5	1	1	22	4,0,1,2,0	4	1	1	4	3	1	1
23	4,2,0,0,1	2	1	1	2	5	1	1	24	4,2,1,0,0	2	1	1	2	3	1	1

Таблиця 5.10 - Вимоги до проектів, реалізуються адаптивною командою, та їх реалізація для $m = 4$

№	T	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	№	T	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
1	0,1,2,3,1	4	4	3	4	5	3	2	2	0,2,2,2,1	2	4	3	4	5	3	2
3	0,2,2,2,1	4	4	3	2	5	3	2	4	0,3,2,1,1	2	4	3	2	5	3	2
5	1,0,2,3,1	4	4	3	4	5	3	1	6	1,1,2,3,0	4	4	3	4	3	1	2
7	1,1,2,3,0	4	4	1	4	3	3	2	8	1,1,3,2,0	4	1	3	4	3	3	2
9	1,1,3,2,0	2	4	3	4	3	3	1	10	1,1,3,2,0	4	4	3	2	3	3	1
11	1,2,2,2,0	4	4	3	2	3	1	2	12	1,2,2,2,0	2	4	1	4	3	3	2
13	1,2,2,2,0	2	4	3	4	3	1	2	14	1,2,2,2,0	4	4	1	2	3	3	2
15	1,2,3,1,0	2	1	3	4	3	3	2	16	1,2,3,1,0	4	1	3	2	3	3	2
17	1,2,3,1,0	2	4	3	2	3	3	1	18	1,3,2,0,1	2	1	3	2	5	3	2
19	1,3,2,1,0	2	4	3	2	3	1	2	20	1,3,2,1,0	2	4	1	2	3	3	2
21	2,0,1,3,1	4	4	3	4	5	1	1	22	2,0,1,3,1	4	4	1	4	5	3	1
23	2,0,2,2,1	4	1	3	4	5	3	1	24	2,1,0,3,1	4	4	1	4	5	1	2
25	2,1,1,3,0	4	4	1	4	3	1	2	26	2,1,2,2,0	4	1	3	4	3	1	2
27	2,1,2,2,0	2	4	1	4	3	3	1	28	2,1,2,2,0	4	4	3	2	3	1	1

Продовження таблиці 5.10

№	T	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	№	T	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
29	2,1,2,2,0	4	4	1	2	3	3	1	30	2,1,2,2,0	4	1	1	4	3	3	2
31	2,1,2,2,0	2	4	3	4	3	1	1	32	2,1,3,1,0	4	1	3	2	3	3	1
33	2,1,3,1,0	2	1	3	4	3	3	1	34	2,2,0,2,1	2	4	1	4	5	1	2
35	2,2,0,2,1	4	4	1	2	5	1	2	36	2,2,1,2,0	4	4	1	2	3	1	2
37	2,2,1,2,0	2	4	1	4	3	1	2	38	2,2,2,0,1	2	1	3	2	5	3	1
39	2,2,2,1,0	2	1	3	4	3	1	2	40	2,2,2,1,0	2	1	1	4	3	3	2
41	2,2,2,1,0	4	1	3	2	3	1	2	42	2,2,2,1,0	2	4	1	2	3	3	1
43	2,2,2,1,0	4	1	1	2	3	3	2	44	2,2,2,1,0	2	4	3	2	3	1	1
45	2,3,0,1,1	2	4	1	2	5	1	2	46	2,3,1,0,1	2	1	3	2	5	1	2
47	2,3,1,0,1	2	1	1	2	5	3	2	48	2,3,1,1,0	2	4	1	2	3	1	2
49	3,0,1,2,1	4	1	1	4	5	3	1	50	3,0,1,2,1	4	1	3	4	5	1	1
51	3,1,0,2,1	4	1	1	4	5	1	2	52	3,1,0,2,1	2	4	1	4	5	1	1
53	3,1,0,2,1	4	4	1	2	5	1	1	54	3,1,1,2,0	4	1	1	4	3	1	2

Продовження таблиці 5.10

№	T	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	№	T	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
55	3,1,1,2,0	4	4	1	2	3	1	1	56	3,1,1,2,0	2	4	1	4	3	1	1
57	3,1,2,1,0	4	1	3	2	3	1	1	58	3,1,2,1,0	2	1	3	4	3	1	1
59	3,1,2,1,0	2	1	1	4	3	3	1	60	3,1,2,1,0	4	1	1	2	3	3	1
61	3,2,0,1,1	4	1	1	2	5	1	2	62	3,2,0,1,1	2	4	1	2	5	1	1
63	3,2,0,1,1	2	1	1	4	5	1	2	64	3,2,1,0,1	2	1	3	2	5	1	1
65	3,2,1,0,1	2	1	1	2	5	3	1	66	3,2,1,1,0	4	1	1	2	3	1	2
67	3,2,1,1,0	2	4	1	2	3	1	1	68	3,2,1,1,0	2	1	1	4	3	1	2
69	4,1,0,1,1	4	1	1	2	5	1	1	70	4,1,0,1,1	2	1	1	4	5	1	1
71	4,1,1,1,0	4	1	1	2	3	1	1	72	4,1,1,1,0	2	1	1	4	3	1	1

У таблиці 5.11 наведені вимоги до проектів, що реалізуються адаптивною командою, та їх реалізація для $m = 5$.

Таблиця 5.11 - Вимоги до проектів, реалізуються адаптивною командою, та їх реалізація для $m = 5$

Т	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇
3,1,1,1,1	2	1	1	4	5	3	1
	2	1	3	4	5	1	1
	4	1	1	2	5	3	1
	4	1	3	2	5	1	1
2,2,1,1,1	4	1	1	2	5	3	2
	4	1	3	2	5	1	2
	2	1	1	4	5	3	2
	2	1	3	4	5	1	2
	2	4	1	2	5	3	1
	2	4	3	2	5	1	1
2,1,1,2,1	2	4	1	4	5	3	1
	2	4	3	4	5	1	1
	4	1	1	4	5	3	2
	4	1	3	4	5	1	2
	4	4	3	2	5	1	1
	4	4	1	2	5	3	1
2,1,2,1,1	4	1	3	2	5	3	1
	2	1	3	4	5	3	1
1,3,1,1,1	2	4	1	2	5	3	2
	2	4	3	2	5	1	2
1,2,2,1,1	2	1	3	4	5	3	2
	4	1	3	2	5	3	2
	2	4	3	2	5	3	1

Продовження таблиці 5.11

1,2,1,2,1	4	4	3	2	5	1	2
	2	4	1	4	5	3	2
	2	4	3	4	5	1	2
	4	4	1	2	5	3	2
1,1,2,2,1	2	4	3	4	5	3	1
	4	1	3	4	5	3	2
	4	4	3	2	5	3	1
1,1,1,3,1	4	4	1	4	5	3	2
	4	4	3	4	5	1	2

Для $m = 5$ диз'юнктивна нормальна форма логічної функції, що описує функціональні можливості команди без урахування заборонених суміщень має вигляд:

$$\begin{aligned}
 Y = & P_{1,2}P_{2,1}P_{3,1}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee \\
 & \vee P_{1,4}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee P_{1,2}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,1} \vee \\
 & \vee P_{1,2}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee P_{1,4}P_{2,1}P_{3,1}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee \\
 & \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,1}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,4}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,1} \vee \\
 & \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,2} \vee P_{1,4}P_{2,1}P_{3,1}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,2} \vee \\
 & \vee P_{1,2}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,4}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,2} \vee \\
 & \vee P_{1,4}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,2}P_{2,1}P_{3,1}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,2} \vee \\
 & \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee P_{1,2}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,2} \vee \\
 & \vee P_{1,4}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,2} \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,1}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee \\
 & \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,1}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,1} \vee \\
 & \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,2} \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,1}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee \\
 & \vee P_{1,4}P_{2,4}P_{3,1}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,1} \vee \\
 & \vee P_{1,4}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,4}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,2} \vee \\
 & \vee P_{1,4}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee P_{1,4}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,1} \vee \\
 & \vee P_{1,4}P_{2,4}P_{3,1}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,4}P_{2,4}P_{3,1}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee \\
 & P_{1,4}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,2}.
 \end{aligned}$$

Після корекції:

$$\begin{aligned} Y = & P_{1,2}P_{2,1}P_{3,1}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee P_{1,2}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,1} \vee \\ & \vee P_{1,2}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,1}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,2} \vee \\ & \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,2} \vee P_{1,2}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,2} \vee \\ & \vee P_{1,2}P_{2,1}P_{3,1}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee \\ & \vee P_{1,2}P_{2,1}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,2} \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,1}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee \\ & \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,1}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,2} \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,2}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,1} \vee \\ & \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,2} \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,1}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1} \vee \\ & \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,1}P_{7,1} \vee P_{1,2}P_{2,4}P_{3,3}P_{4,4}P_{5,5}P_{6,3}P_{7,1}. \end{aligned}$$

5.4 Висновки до розділу 5

Розглянуто задачу формування адаптивної команди проекту. Запропоновано постановку задачі формування адаптивної команди проекту. Розроблено метод формування адаптивної команди проекту.

РОЗДІЛ 6

ІНСТРУМЕНТАРІЙ ФОРМУВАННЯ ПРОЕКТНИХ КОМАНД

6.1 Аналіз програмно-апаратних засобів автоматизації процесу вирішення задач управління ресурсами при управлінні проектами

Зростання розмірів проектів, впровадження принципів мультипроектного управління, ускладнення методів призначення ресурсів, необхідність забезпечення динамічного життєвого циклу проекту, застосування гнучких методологій призводить до необхідності розробки і застосування спеціалізованого програмного забезпечення для управління проектами та програмами.

Стандартні програмні продукти для управління проектами (MS Project [80], Primavera [81], Spider [104] і т.д.) підтримують функції планування (календарного і ресурсного) і відстеження проекту, проте не вирішують задачу формування команди проекту і розподілу задач в команді мультипроекту.

Визначення мультиресурсів у програмному забезпеченні Spider при плануванні проекту дозволяє розглядати мультиресурс як інтактну команду проекту. Тенденції розвитку проектного менеджменту істотно впливають на функції програмних продуктів, що розробляються (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 - Програмне забезпечення управління проектами

Назва компанії	Методології	Продукти	Специфіка
Microsoft Corporation	MSF [105]	MS Project, Turbo Project	Планування проекту
International Business Machines Corporation	Методологія IBM-MITP [106]	IBM Connection & Trilog ProjExec	Забезпечення проектного простору, створення мульти-проектного середовища
Pegasystems Inc.	Business Process Management [107]	Pega BPM	Автоматизація та управління бізнес-процесами
Oracle	Методологія концентричного управління проектами [103]	Oracle Primavera	Управління великими будівельними та промисловими проектами
Технології управління Спайдер	Spider [104]	Spider Project	Методологія та пакет управління проектами, застосування мультитресурсного планування

З метою забезпечення принципу гнучкості при управлінні проектами розробки програмного забезпечення розроблено інтегроване середовище, що реалізує динамічне управління проектами [108, 109].

Перехід до управління територіально-розподіленими проектами, необхідність забезпечення гнучкості при управлінні програмами привели до необхідності використання хмарних технологій в управлінні проектами (табл. 6.2). Застосування даних технологій характерне для проектів малого та середнього бізнесу.

Таблиця 6.2 - Хмарні технології в управлінні проектами

Назва	Функціонал
Teamwork Project Manager	Командна робота при управлінні проектами, планування, контроль виконання проекту
ProWorkflow	Управління невеликими проектами, управління часом, ведення документообігу
RedMine	Управління проектами, гнучке управління доступом на основі ролей, гнучка система відстеження
Thymer	Засіб планування проектів для малого бізнесу
Producteev	Web-орієнтоване середовище управління територіально-розподіленими проектами
Intervals	Web-відстеження та управління проектами для малих компаній

Продовження таблиці 6.2

Назва	Функціонал
colorplan	Управління проектами, візуалізація процесів управління, настройка корпоративної системи
ProjectMgr.net	Багатомовний інструмент управління проектами мультипроекту. Календарне і ресурсне планування мультипроекту
sante xQ	Web-орієнтоване управління проектами і часом, відстеження. Використовується для систематизації обліку часу, управління проектами і білінгу задач
Мераплан	Календарне та ресурсне управління і відстеження проектів
Zoho Projects	Календарне та ресурсне планування і контроль
Planbox	Підтримка гнучкої методології Agile Project Management

У рамках реалізації мультипроекту необхідно враховувати зв'язки між підпроектами і вплив їх виконання на продукт проекту [110]. При цьому множина підпроектів може бути обмежена наявністю робочої сили та ресурсів [111]. Відповідно, існує потреба в поліпшених методах управління проектом і системами, які враховують наявність зв'язків між підпроектами, а також при необхідності здійснюють незалежне управління підпроектами. Для вирішення цієї задачі в роботі [112] запропоновано метод управління ієрархічно пов'язаними проектами та програмно-апаратні засоби для його реалізації.

Відомі методи управління ресурсами, засновані на таких факторах як ретроспективна інформація про реалізовані раніше проекти, ґрунтуються на таблицях оцінки робочої сили для подібних типів проектів [113, 114]. Недоліками відомих методів є відсутність прямого контролю прибутковості проектів, низька надійність і точність, необхідність попередньої оцінки часу виконання робіт.

Програмне забезпечення, описане в роботах [115-121], дозволяє динамічно управляти вартісними складовими проекту та здійснювати планування робочої сили з урахуванням наявності фінансових ресурсів.

Система і метод для ідентифікації проектів високої складності при реалізації комплексних проектів запропоновані в роботах [122-124]. В основі методу лежить обчислення індексу команди планування для проекту, пов'язаного із запропонованими проектними даними та процедура ідентифікації проекту як комплексу взаємопов'язаних робіт.

Метод управління портфелем проектів і система для його реалізації розглянута в роботі [125]. Метод полягає в зборі та аналізі інформації про проекти портфеля, оцінці ризику на підставі аналізу рівня наявності необхідних ресурсів, рівня технічної складності, ступеня потенційного скорочення вартості, юридичного ризику, потенційного впливу клієнта, множини внутрішніх партнерів.

Для управління контрактами проектів призначена система і метод, описані в роботі [126], що включають в себе базу даних про поточний проект, тимчасові контракти і програму ідентифікації стану контракту.

Гнучке управління проектом на основі інтелектуального аналізу розглянуто в роботах [127-130]. Метод включає в себе оцінку індексу складності

проекту, аналіз факторів, що впливають на реалізацію проекту, оцінку індексу якості державного управління, вибір варіанта розвитку проекту з множини можливих. Коефіцієнт складності проекту визначається на основі статистичного аналізу історичних даних. Індекс якості державного управління включає масштабування кожного фактора управління за відповідною шкалою з урахуванням його ваги.

Метод і система для динамічного керівництва проектом і повного управління проектом протягом усього життєвого циклу запропоновані в роботі [131].

Основними етапами методу розподілу ресурсів, наведеного в роботі [132, 133], є визначення пріоритету виконуваної роботи, якісних і кількісних вимог до ресурсу, розподіл ресурсів згідно необхідному рівня навичок і формування додаткової функції рівня навичок, наявних в пулі ресурсів проекту.

Для візуалізації відносин даних між компонентами проекту з метою ідентифікації потенційного дублювання відібраних компонентів запропонована система [134].

6.2 Програмне забезпечення для вирішення задачі призначення ресурсів у проекті

6.2.1 Опис програмного забезпечення для вирішення задачі призначення ресурсів у проекті

Розроблене програмне забезпечення [7, 8] призначене для вирішення задачі призначення ресурсів у проекті із заданими вимогами і перерозподілу складу команди при зміні вимог до функцій, які виконуються членами команди. В основі роботи програм лежать описані в

попередніх розділах методи і процедури вирішення поетапних задач. Вихідні дані - матриця компетенцій, матриця вартості та вимоги до складу команди проекту.

Розроблене програмне забезпечення реалізовано на мові «TURBO PASCAL», побудовано за модульним принципом і допускає гнучку адаптацію до розширення класу вирішуваних задач. Обсяг програми 16,9 Кбайт.

Спілкування користувача і ЕОМ відбувається в діалоговому режимі. Ініціатором діалогу виступає ЕОМ.

Для роботи з програмами необхідно скопіювати в "TURBO PASCAL" вихідні програми та отримати відповідні ". Exe" файли, в текстовому редакторі сформувати файли даних.

Файлова структура.

Структура файлу "Компетенції":

- кількість претендентів;
- кількість робіт;
- опис матриці компетенцій.

При вирішенні задачі формування команди в цей файл можуть включатися і вимоги за складом.

6.2.2 Приклад застосування програмного забезпечення для вирішення задачі призначення ресурсів у проекті

Для матриці компетенцій претендентів і вимог, наведених в таблиці 6.3, файл "Компетенції претендентів і вимоги" має вигляд:

20 8

```
0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0
0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1
```

```

1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0
0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0
0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 0
0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1
0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 1 0 0 0 3 1 2 1 2 1 2 2.

```

Таблиця 6.3 - Матриця компетенцій претендентів

P/F	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈
P ₁	0	1	0	1	0	0	0	1
P ₂	0	0	0	1	0	1	0	0
P ₃	1	0	1	0	0	0	0	0
P ₄	0	1	0	1	0	0	1	0
P ₅	0	0	1	0	1	0	1	0
P ₆	1	0	0	0	0	0	0	1
P ₇	1	0	0	0	0	0	0	1
P ₈	0	0	1	0	1	0	0	0
P ₉	0	0	0	1	0	1	0	0
P ₁₀	0	1	0	1	0	0	0	0
P ₁₁	0	1	0	0	0	1	0	0
P ₁₂	0	0	1	0	1	0	0	0
P ₁₃	0	0	1	1	0	0	0	0
P ₁₄	0	0	0	0	0	0	1	1
P ₁₅	1	0	0	0	0	1	1	0
P ₁₆	0	0	0	0	1	1	0	0
P ₁₇	0	1	1	0	0	0	0	0
P ₁₈	0	0	0	0	0	1	0	1
P ₁₉	0	1	0	0	0	0	1	0
P ₂₀	1	0	0	0	1	0	0	0
Вимоги	3	1	2	1	2	1	2	2

Структура файлу "Вартість-претенденти":

- кількість претендентів;
- кількість робіт;
- опис матриці вартостей виконання робіт претендентами.

Для матриці вартостей, наведених у таблиці 6.4, файл "Вартість-претенденти" має вигляд:

20 8

```
0 3 0 4 0 0 0 5 0 0 0 3 0 5 0 0 4 0 7 0 0 0 0 0
0 5 0 5 0 0 4 0 0 0 6 0 8 0 4 0 5 0 0 0 0 0 0 4
6 0 0 0 0 0 0 3 0 0 5 0 9 0 0 0 0 0 0 0 6 0 4 0 0
0 4 0 1 0 0 0 0 0 4 0 0 0 5 0 0 0 0 6 0 7 0 0 0
0 0 7 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 6 4 3 0 0 0 0 5 7 0
0 0 0 0 6 6 0 0 0 6 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 5 0 4
0 3 0 0 0 0 5 0 2 0 0 0 5 0 0 0
```

Таблиця 6.4 - Матриця вартостей виконання робіт претендентами

P/ F	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈
P ₁	0	3	0	4	0	0	0	5
P ₂	0	0	0	3	0	5	0	0
P ₃	4	0	7	0	0	0	0	0
P ₄	0	5	0	5	0	0	4	0
P ₅	0	0	6	0	8	0	4	0
P ₆	5	0	0	0	0	0	0	4
P ₇	6	0	0	0	0	0	0	3
P ₈	0	0	5	0	9	0	0	0
P ₉	0	0	0	6	0	4	0	0
P ₁₀	0	4	0	1	0	0	0	0
P ₁₁	0	4	0	0	0	5	0	0
P ₁₂	0	0	6	0	7	0	0	0
P ₁₃	0	0	7	4	0	0	0	0

Продовження таблиці 6.4

P/ F	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈
P ₁₄	0	0	0	0	0	0	6	4
P ₁₅	3	0	0	0	0	5	7	0
P ₁₆	0	0	0	0	6	6	0	0
P ₁₇	0	6	5	0	0	0	0	0
P ₁₈	0	0	0	0	0	5	0	4
P ₁₉	0	3	0	0	0	0	5	0
P ₂₀	2	0	0	0	5	0	0	0

Програмні модулі вирішують такі завдання.

Програма 1 на підставі файлу "Компетенції претендентів і вимоги" формує файли варіантів виконання робіт для кожного претендента з урахуванням його компетенцій і вимог по кожній роботі, дає їм імена ("А", "В", "С", "D", " Е ", ...) і формує файл "MF", в якому вказуються імена сформованих файлів.

Для файлу "Компетенції претендентів і вимоги" (табл. 6.1) сформовані файли мають вигляд:

Файл "А":

```
0010011000000000000000
0010010000000001000000
```

...

```
000000100000000100001
```

Файл "В"

```
2000000000000000000000
0002000000000000000000
```

...

```
0000000000000000000020
```

Програма 3 на основі файлу, сформованого програмою 2, визначає вартість реалізації кожного варіанта побудови команди проекту і визначає варіанти з найбільшої і найменшою вартістю:

1 m=2 4 1 7 3 1 1 3 6 0 0 5 0 8 7 5 0 8 0 0 s= 68
 2 m=2 4 1 7 3 1 1 3 6 0 0 5 0 8 0 5 0 8 7 0 s= 66
 3 m=2 4 1 0 3 1 1 3 6 0 0 5 0 8 7 5 0 8 7 0 s= 69
 4 m=2 4 1 7 3 1 1 3 0 0 6 5 0 8 7 5 0 8 0 0 s= 69
 5 m=2 4 1 7 3 1 1 3 0 0 6 5 0 8 0 5 0 8 7 0 s= 67
 6 m=2 4 1 0 3 1 1 3 0 0 6 5 0 8 7 5 0 8 7 0 s= 70
 7 m=2 4 1 7 3 1 1 3 0 0 0 5 0 8 6 5 0 8 7 0 s= 67
 ...
 360130 m=8 0 0 7 7 0 1 0 0 4 0 5 3 8 1 5 3 6 2 1 s= 62
 360131 m=0 0 0 7 7 8 1 0 0 4 0 5 3 8 1 5 3 6 2 1 s= 61
 360132 m=8 0 0 7 0 8 1 0 0 4 0 5 3 7 1 5 3 6 2 1 s= 64
 360133 m=8 0 0 0 7 8 1 0 0 4 0 5 3 7 1 5 3 6 2 1 s= 64

Cmin=55 nom=205402 m=2 0 1 7 7 8 8 3 6 4 0 5 0 0
 1 5 3 0 0 1
 Cmax=85 nom=32124 m=8 0 1 0 5 1 1 5 4 0 0 3 3 7
 7 6 2 8 0 0

З 20 претендентів відібрано 14 (номера 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 20), які увійшли до складу команди проекту. Функції, які виконують члени команди, відповідно 2, 1, 7, 7, 8, 8, 3, 6, 4, 5, 1, 5, 3, 1. Порівняно з максимальною вартістю виграш становить 1,54 рази.

Програма 4 здійснює переформатування функцій, які виконують члени команди з урахуванням нових вимог. Вихідними даними є файл "Компетенції членів команди" і "Вартість-команда".

Файл "Вартість-команда" має вигляд:

14 8
 0 3 0 4 0 0 0 5 4 0 7 0 0 0 0 0 0 5 0 5 0 0 4 0
 0 0 6 0 8 0 4 0 5 0 0 0 0 0 0 4 6 0 0 0 0 0 0 3
 0 0 5 0 9 0 0 0 0 0 0 6 0 4 0 0 0 4 0 1 0 0 0 0

006070003000057000006600
0650000020005000.

Для вимог $\{2, 2, 1, 2, 2, 2, 1\}$ визначаються варіанти розподілу нових функцій в команді:

2 1 4 7 1 8 3 6 4 5 7 6 2 5

2 1 7 7 1 8 3 4 4 5 6 6 2 5

...

4 3 4 7 8 1 5 6 2 5 7 6 2 1

4 3 7 7 8 1 5 4 2 5 6 6 2 1.

Мінімальний за вартістю варіант (64 ум. од.) Виконання функцій має вигляд: 2, 1, 7, 7, 1, 8, 3, 4, 4, 5, 6, 6, 2, 5. Порівняно з максимальною вартістю виграш становить 1,17 рази.

6.2.3 Застосування програмного забезпечення при формуванні команди мультипроекту "МСРПІ-77М"

Як приклад застосування розробленого програмного комплексу розглянемо його застосування при формування команди мультипроекту «Розробка МСРПІ-77М - Мультиплексна система розподілу і перетворення інформації». Мультипроект складається з 10 етапів. У рамках реалізації мультипроекту для етапу № 4 визначені основні набори компетенцій F, які необхідно забезпечити.

При ресурсному плануванні проекту було визначено, що на даному етапі необхідно забезпечити наступний склад інтактної команди: провідний інженер-конструктор, інженер-конструктор II категорії, інженер-програміст II категорії, провідний інженер-програміст, інженер-програміст I категорії.

Вимоги до ресурсного забезпечення наведено в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 - Вимоги до ресурсів

Посада	Набір компетенцій	Кількість
Провідний інженер-конструктор	F ₁	2
Інженер-конструктор II категорії	F ₂	3
Інженер-програміст II категорії	F ₃	3
Провідний інженер-програміст	F ₄	2
Інженер-програміст I категорії	F ₅	3

На підставі існуючих в НТ СКБ «ПОЛІСВІТ» посадових інструкцій і регламентів роботи робочих груп визначені необхідні вимоги до наборів компетенцій:

1) Набір компетенції F₁, відповідний посаді провідний інженер-конструктор:

- здатність забезпечувати своєчасне та правильне виконання завдань, покладених на робочу групу, при високій якості робіт;
- здатність здійснення контролю правильності усіх випущених групою документів, участь в розробці технічної документації;
- здатність приймати принципові рішення щодо конкретної реалізації поставлених перед робочою групою задач;
- навик самостійно розробляти найбільш складні схемні рішення;

- здатність при розробці нових виробів максимально враховувати досвід аналогічних робіт, які виконувалися в НТ СКБ «ПОЛІСВІТ» та інших підприємствах;
- вміння складати програми та звіти з найбільш складних досліджень і випробувань приладів;
- здатність надавати необхідну технічну допомогу з виготовлення макетних і дослідних зразків, а також з дослідження рекламаних приладів; вирішувати питання супроводу виробництва в цехах;
- здатність контролювати своєчасну реалізацію в конструкторській документації зауважень, які виникають у виробництві та експлуатації;
- здатність сприяти раціоналізаторам і винахідникам, брати особисту участь, складати заявки на раціоналізаторські пропозиції, а також відгуки на них, інформаційні картки;
- вміння пропонувати і ставити науково-дослідницькі задачі;
- здатність брати участь у проведенні НДДКР і впровадження результатів НДР в конструкторські розробки.
- знання СТП 522-015,
- здатність організовувати роботу робочої групи для безумовного виконання щомісячного плану за всіма показниками, виконання усних та письмових вказівок начальника відділу або його заступників та начальника лабораторії, виконання наказів і розпоряджень з НТ СКБ «ПОЛІСВІТ»;
- здатність складати щомісячні плани робіт групи і контролювати їх виконання;

- навички впровадження новітніх методів наукової організації праці, домагаючись високої продуктивності праці.

2) Набір компетенції F_2 , відповідний посаді інженера-конструктора II категорії:

- здатність самостійно вирішувати питання, що вимагають широкого технічного світогляду, уміння працювати з патентною, інформаційною літературою і НТД;
- здатність розглядати документи, адресовані йому начальником лабораторії, і приймати відповідні рішення;
- здатність оперативно вирішувати питання, що виникають у виробництві та виконувати завдання, отримані від керівника групи, начальника лабораторії та начальника відділу; своєчасно реалізувати в конструкторської документації зауваження, що виникають у виробництві та експлуатації;
- використання ретроспективної інформації при розробці нових виробів, максимально враховуючи досвід аналогічних робіт, проведених в НТ СКБ «ПОЛІСВІТ» та інших підприємствах;
- володіння на високому рівні знаннями про операційні систем: DOS, Windows, прикладне програмне забезпечення (ПЗ) і стандартне ПЗ, що використовуються в процесі розробки КД, випробування, регулювання і налагодження;
- здатність при участі в доробках і випробуваннях апаратури в експлуатуючих організаціях оперативно і якісно вирішувати технічні питання і своєчасно інформувати керівника відділу про хід роботи;

- здатність складати програми, звіти і протоколи із досліджень і випробувань приладів;
- можливість надавати необхідну технічну допомогу з виготовлення макетних і дослідних зразків; брати участь у монтажі, налагодженні та здаванні в експлуатацію дослідних зразків;
- навички складання заявок на раціоналізаторські пропозиції, винаходи і інформаційні картки; проведення патентних досліджень.

3) Набір компетенції F_3 , відповідний посаді інженера-програміста II категорії:

- здатність своєчасно і правильно виконувати задачі, які поставлені перед ним;
- здійснення вибору мови програмування і складання алгоритму задачі;
- проведення математичного моделювання;
- здатність складання програм і звітів з найбільш складних досліджень та випробування приладів,
- здатність виробляти проектування математичного забезпечення автоматизованих систем і комплексів;
- здатність розробляти програмне забезпечення автоматизованих систем;
- здатність складати технічний опис програм і документації для експлуатації програм або програмних комплексів;
- навички, що дозволяють брати участь у дослідній експлуатації програм або автоматизованих систем;
- знання вимог стандартів з програмування та розробки автоматизованих систем.

4) Набір компетенції F_4 , відповідний посаді провідного інженера-програміста:

- наявність знань, що дозволяють здійснювати розробку алгоритмів, математичних моделей, технічного завдання на програмне забезпечення; технології вирішення завдання на всіх етапах проектування програмного забезпечення; програмного забезпечення на основі математичних моделей, алгоритмічних мов, технічних та інших завдань;
- здатність проводити тестування, відпрацювання і корекцію програмного забезпечення засобами обчислюваної техніки;
- здатність здійснювати розробку програмної документації відповідно до вимог ЕСПД; впровадження, підтримка і супровід програмного забезпечення;
- здатність проводити обґрунтований вибір інструментальних засобів і мов програмування;
- здатність здійснити впровадження засобів автоматизації розробки програмного забезпечення;
- визначення можливості використання готових власних розроблених програм і програм, розроблених іншими підприємствами;
- визначення обсягів і змісту даних тестових прикладів, які забезпечують найбільш повну перевірку відповідності програм їх функціональним призначенням;
- визначення інформації, яка підлягає обробці засобами обчислювальної техніки, її обсягів, структури, макетів і схеми введення, зберігання та видачі інформації, методів її контролю;
- наявність знань щодо основних принципів структурного програмування, техніко-експлуатаційних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і режиму

роботи устаткування, правил його технічної експлуатації.

5) набір компетенції F₅, відповідний посаді інженера-програміста I категорії:

- глибоке знання операційних систем ПЕОМ (DOS, WINDOWS);
- глибоке знання засобів розробки прикладного програмного забезпечення (ASSEMBLER, PASCAL, C ++);
- володіння прийомами і засобами розробки програмного забезпечення мікропроцесорної техніки;
- своєчасне і правильне виконання поставлених перед ним задач;
- здатність забезпечити вибір мови програмування і складання алгоритму задачі;
- здатність проведення математичного моделювання;
- складання програм і звітів з найбільш складних досліджень і випробування приладів;
- здатність проводити проектування математичного забезпечення автоматизованих систем і комплексів;
- здатність розробляти тестовий приклад для налагодження програм; розробляти програмне забезпечення автоматизованих систем або окремих завдань;
- вміння складати технічний опис програм і документації для експлуатації програм або програмних комплексів;
- навички участі у дослідній експлуатації програм або автоматизованих систем;
- знання вимог стандартів з програмування та розробці автоматизованих систем.

При формуванні інтактної команди для проекту «Розробка МСРПІ-77М - Мультиплексна система

розподілу і перетворення інформації» були розглянуті 14 претендентів, здатних забезпечити наявність у проекті необхідних наборів компетенцій (табл. 6.6).

Таблиця 6.6 - Матриця компетенцій

P / F	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
P ₁	0	1	0	1	0
P ₂	1	0	0	1	0
P ₃	1	0	1	0	0
P ₄	0	1	0	1	0
P ₅	0	0	1	0	1
P ₆	1	0	1	0	0
P ₇	1	1	0	0	0
P ₈	1	0	1	0	1
P ₉	0	0	0	1	0
P ₁₀	0	1	0	1	0
P ₁₁	0	1	0	0	0
P ₁₂	0	0	1	0	1
P ₁₃	0	0	1	1	1
P ₁₄	1	0	0	0	1
Вимоги за кількістю	2	3	3	2	3

Файл даних для матриці компетенцій та вимог, наведених в таблиці 6.6, має вигляд:

Файл "dan" :

14 5

0 1 0 1 0 1 0 0 1 0 1 0 1 0 0

0 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 1 0 0

1 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 1 0

0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1
 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 2 3 3 2 3

У результаті розрахунку першої програми формуються файли, наведені нижче.

Файл "А"

0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0

...

0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1

Файл "В"

2 0 0 2 0 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0
 2 0 0 2 0 0 0 0 0 2 0 0 0 0 0

...

0 0 0 0 0 0 2 0 0 2 2 0 0 0 0

Файл "С"

0 0 3 0 3 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 0 0 3 0 3 0 0 3 0 0 0 0 0 0 0

...

0 0 0 0 0 0 0 3 0 0 0 3 3 0 0

Файл "D"

4 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 4 0 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

...

0 0 0 0 0 0 0 0 0 4 0 0 4 0 0

Файл "Е"

0 0 0 0 5 0 0 5 0 0 0 5 0 0 0
 0 0 0 0 5 0 0 5 0 0 0 0 5 0 0

...

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 5 5 5 0

Файл "MF": А В С D Е.

Після запуску другої програми формується файл результату, наведений нижче. У файлі результату кожний

рядок - це варіант складу команди проекту, що задовольняє заданим вимогам.

Файл результату "ABCDE":

2 1 1 2 3 3 2 3 4 4 0 5 5 5

2 1 1 2 3 3 2 5 4 4 0 3 5 5

2 1 1 2 3 3 2 5 4 4 0 5 3 5

...

2 1 1 4 3 3 2 5 0 4 2 5 3 5

2 1 1 0 3 3 2 5 4 4 2 5 3 5

...

4 0 3 2 5 3 1 1 4 2 2 5 3 5

0 4 3 2 5 3 1 1 4 2 2 5 3 5

2 4 3 2 3 3 1 5 4 2 0 5 5 1

2 4 3 2 5 3 1 3 4 2 0 5 5 1

2 4 3 2 5 3 1 5 4 2 0 3 5 1

...

4 0 3 2 5 3 1 5 4 2 2 5 3 1

0 4 3 2 5 3 1 5 4 2 2 5 3 1

Для наведених вихідних даних програмою було отримано 580 варіантів вирішення задачі призначення ресурсів і варіантів їх перерозподілу.

Рішення даної задачі формування інтактної команди наведені в таблиці 6.7.

При виборі першого варіанта реалізації інтактної команди, виконання вимог до наборів компетенцій буде виконуватися наступним чином (табл. 6.8).

Таблиця 6.7 - Варіанти формування інтактної команди

Варіанти	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
1	2	1	1	2	3	3	2	3	4	4	0	5	5	5
2	2	1	1	2	3	3	2	5	4	4	0	3	5	5
3	2	1	1	2	3	3	2	5	4	4	0	5	3	5
4	2	1	1	2	5	3	2	3	4	4	0	3	5	5
5	2	1	1	2	5	3	2	3	4	4	0	5	3	5
6	2	1	1	2	5	3	2	5	4	4	0	3	3	5
7	2	1	1	2	3	3	0	3	4	4	2	5	5	5
8	2	1	1	2	3	3	0	5	4	4	2	3	5	5
9	2	1	1	2	3	3	0	5	4	4	2	5	3	5
10	2	1	1	2	5	3	0	3	4	4	2	3	5	5
11	2	1	1	2	5	3	0	3	4	4	2	5	3	5
12	2	1	1	2	5	3	0	5	4	4	2	3	3	5
13	2	1	1	4	3	3	2	3	4	2	0	5	5	5
14	2	1	1	4	3	3	2	5	4	2	0	3	5	5

Продовження таблиці 6.7

Варіанти	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄
15	2	1	1	4	3	3	2	5	4	2	0	5	3	5
16	2	1	1	4	5	3	2	3	4	2	0	3	5	5
17	2	1	1	4	5	3	2	3	4	2	0	5	3	5
18	2	1	1	4	5	3	2	5	4	2	0	3	3	5
19	2	1	1	4	3	3	2	3	4	0	2	5	5	5
20	2	1	1	4	3	3	2	3	0	4	2	5	5	5
...
34	4	0	3	2	5	3	1	1	4	2	2	5	3	5
35	2	4	3	2	5	3	1	3	4	2	0	5	5	1
36	2	4	3	2	5	3	1	5	4	2	0	3	5	1
...

Таблиця 6.8 - Розподіл ресурсів

Набір	Вимоги	Виконавці
F ₁	2	P ₂ , P ₃
F ₂	3	P ₁ , P ₄ , P ₇
F ₃	3	P ₅ , P ₆ , P ₈
F ₄	2	P ₉ , P ₁₀
F ₅	3	P ₁₂ , P ₁₃ , P ₁₄

Вибір варіанта реалізації інтактної проектної команди здійснюється в результаті аналізу психологічної сумісності членів команди проекту, вартості залучення їх до проекту, вартості виведення їх з проекту.

6.3 Висновки до розділу 6

1. Оскільки задача побудови команди мультипроекту відноситься до специфічних задач покриття і є NP-важкою, то для автоматизації процесу формування команди розроблений програмний комплекс.

2. Розроблено програмне забезпечення для автоматизації рішення задачі призначення ресурсів у проекті із заданими вимогами і перерозподілу складу команди при зміні вимог до функцій, які виконуються членами команди. Застосування програмного забезпечення дозволить підвищити ефективність управління людськими ресурсами в мультипроекті за рахунок зниження впливу суб'єктивного чинника, забезпечити гнучке управління ресурсами за рахунок урахування принципів адаптивності при формуванні команди мультипроекту.

ВИСНОВКИ

Запропоновано рішення науково - прикладної задачі розробки ефективних методів управління забезпеченням проектів та програм персоналом. Задача вирішена шляхом розробки методів формування команди проекту із заданими обмеженнями, забезпечення проектів та програм персоналом, формування адаптивної команди проекту, шляхом застосування комплексного підходу до формування команди проекту.

Застосування комплексного підходу до формування команди мультипроекту дозволить підвищити ефективність управління проектами та програмами в мультипроектному середовищі. Аналіз літератури з управління ресурсами в мультипроектах показав, що існуючі методи вирішення задачі розподілу ресурсів у мультипроектах ґрунтуються на незалежності як проектів, так і робіт проектів, гомогенності ресурсів та операцій, що не завжди відповідає вимогам до мультипроекту. З метою підвищення життєздатності команди мультипроекту на етапі її формування необхідно забезпечити її адаптивність та гнучкість.

Розглянуто задачу формування команди проекту з обмеженням на функціональні обов'язки. Розроблено метод формування команди проекту з обмеженням на функціональні обов'язки, який дозволяє будувати команду проекту із заданими обмеженнями. В основі методу лежить алгебраїчне перетворення логічних функцій, що відображує множину сполучень претендентів, які реалізують задані функції з визначеними вимогами. Запропоновано метод формування команди проекту з обмеженнями на склад команди.

Розглянуто задачу забезпечення проектів та програм персоналом. Розроблено метод забезпечення проектів та програм персоналом, заснований на побудові матриць компетенцій та заміщення ролей, який на відміну від існуючих методів визначає склад залучуваних людських ресурсів із заданими обмеженнями, що дозволяє підвищити ефективність виконання проекту при управлінні мультипроектними командами. Запропоновано процедури для вирішення поетапних задач методу. Одержані результати показують, що застосування розробленого методу дозволяє скоротити вартість мультипроектної команди в 1,2 - 1,35 рази, залежно від вихідних даних.

Запропоновано методику управління компетенціями при формуванні команди мультипроекту. Розглянуто модифікацію методики управління компетенціями для управління людськими ресурсами протягом життєвого циклу мультипроекту. Розроблено комплексний підхід до формування команди проекту.

Розглянуто задачу формування адаптивної команди проекту. Запропоновано постановку задачі формування адаптивної команди проекту. Розроблено метод формування адаптивної команди проекту, заснований на матрицях суміщень функцій і урахуванні заданих вимог, який на відміну від існуючих методів використовує обмеження на функціональні обов'язки, що дозволяє визначити необхідний склад адаптивної команди проекту.

Оскільки задача побудови команди мультипроекту відноситься до специфічних задач покриття і є NP-важкою, то для автоматизації процесу формування команди розроблений програмний комплекс. Програмний комплекс містить комп'ютерні програми "Програма вирішення задачі призначення ресурсів у проєкті", "Програма формування

адаптивних команд". В основі розробленого програмного комплексу лежать запропоновані в роботі метод забезпечення проєктів та програм персоналом, метод формування проєкту з обмеженнями на функціональні обов'язки, метод формування адаптивної команди. Застосування запропонованого програмного комплексу дозволить підвищити ефективність управління мультипроєктом за рахунок підвищення якості управлінських рішень при управлінні людськими ресурсами, зниження впливу суб'єктивного чинника при формуванні команди мультипроєкту.

Одержані результати можуть бути використані при формуванні мультипроєктних команд, формуванні команд в мультипроєктному середовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Чумаченко, И.В. Формирование адаптивной команды проекта [Текст] / И.В. Чумаченко, Н.В. Доценко, Н.В. Косенко, Л.Ю. Сабадош // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля. – №2(38). – Луганськ, 2011. – С. 67-71.
2. Сабадош, Л.Ю. Комплексный подход к формированию команды проекта [Текст] / Л.Ю. Сабадош, Н.В. Доценко, И.В. Чумаченко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2012. – Вип. 1/10 (55). – С. 16-18.
3. Сабадош, Л.Ю. Система поддержки принятия решений по формированию проектной команды [Текст] / Л.Ю. Сабадош, Н.В. Косенко, М.А. Гахова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2012. – №19 (138). Выпуск 24/1. – С. 185-189.
4. Доценко, Н.В. Управление компетенциями при формировании команды мультипроекта [Текст] / Н.В. Доценко, Л.Ю. Сабадош, И.В. Чумаченко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013. – Вип. 1/10 (61). – С. 16-19.
5. Сабадош, Л.Ю. Метод формирования мультипроектных команд [Текст] / Л.Ю. Сабадош, Н.В. Доценко, И.В. Чумаченко // Системи обробки інформації: збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил ім. І. Кожедуба. – Вип. 2 (109). – Х., 2013. – С.290-293.
6. Доценко, Н.В. Метод отбора персонала для мультипроектных команд [Электронный ресурс] /

- Н.В. Доценко, И.В. Чумаченко, Л.Ю. Сабадош, Н.А. Дидык // Современные научные исследования и инновации. – Режим доступа: URL: <http://web.snauka.ru/issues/2013/04/23460>. – Апрель, 2013.
7. Комп'ютерна програма “Програма формування адаптивних команд” / І.В. Чумаченко, Н.В. Доценко, Л.Ю. Сабадош: Свід. Держ. реєстр. прав автора на твір № 45422. – Зареєстр. в Держ. департ. інтелектуальної власності Мін. освіти і науки України 03.09.2012 р.
 8. Комп'ютерна програма “Програма вирішення задачі призначення ресурсів у проекті” / І.В. Чумаченко, Н.В. Доценко, Л.Ю. Сабадош: Свід. Держ. реєстр. прав автора на твір № 45421. – Зареєстр. в Держ. департ. інтелектуальної власності Мін. освіти і науки України 03.09.2012 р.
 9. Чумаченко, И.В. Застосування нормальної форми Бекуса – Наура в процесі планування людських ресурсів [Текст] / И.В.Чумаченко, Л.Ю.Сабадош // Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління: матеріали першої науково-технічної конференції. – Х., 2010. – С. 35.
 10. Чумаченко, И.В. Формирование команд мультипликативных проектов [Текст] / И.В. Чумаченко, Л.Ю. Сабадош // Современные информационные технологии в экономике и управлении предприятиями, программами и проектами: тезисы докладов IX Международной научно-практической конференции. – Харьков, 2011. – С. 254-255.
 11. Сабадош, Л.Ю. Применение интактных команд в проектах массовой индивидуализации [Текст] /

- Л.Ю. Сабадош // Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні ІКТМ – 2011: тези доповідей Всеукраїнської науково-технічної конф. - Харків, 2011. – Т. № 3. – С. 56.
12. Доценко, Н.В. Применение кластерного подхода при формировании команды проекта [Текст] / Доценко Н.В., Сабадош Л.Ю., Чумаченко И.В.// Управління проектами: стан та перспективи: матеріали 7-ї Міжнародної наук.-практ. конф. – Миколаїв, 2011. – С. 101-103.
 13. Сабадош, Л.Ю. Управління змінами при плануванні людських ресурсів проекту [Текст] / Л.Ю. Сабадош, Н.В. Доценко, І.В. Чумаченко // Сучасні проблеми економіки і менеджменту: тези доповідей Міжнар. наук.-практ. конференція. - Львів, 2011. – С. 693.
 14. Сабадош, Л.Ю. Подходы к формированию команд в мультипроектах [Текст] / Л.Ю. Сабадош, И.В. Чумаченко // Современные информационные технологии в экономике и управлении предприятиями, программами и проектами: тезисы докладов X Международной научно-практической конференции. – Харьков, 2012. – С. 193.
 15. Сабадош, Л.Ю. Формирование пула ресурсов при мультипроектном управлении [Текст] / Л.Ю. Сабадош // Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні ІКТМ – 2012: тез. допов. Всеукраїнської наук.-техн. конф. – Харків, 2012. – Т. № 3. – С. 60.
 16. Сабадош, Л.Ю. Информационная технология управление конфликтами при формировании команды мультипроекта [Текст] / Л.Ю. Сабадош, Д.Н. Бугас, И.В. Чумаченко // Математическое моделирование процессов в экономике и управлении инновационными проектами (ММП-2013): тез.

- докладов. – Харьков, 2013. – С. 193-194.
17. Формирование методологического обеспечения оценки жизнеспособности проектов и программ [Текст]: отчет по НИР (пром.) Г602-24/2011-Ф / Нац. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац. ин-т"; рук. И.В. Чумаченко; исп.: Ю.С. Выходец [и др.]. - Харьков, 2011. - 71 с. - № ГР 0110U007311. - Инв. № 0711U011328
 18. Разработка методологии управления персоналом в контексте поддержки бизнес-модели [Текст]: отчет по НИР (пром.) Г602-24/2011-Ф / Нац. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац. ин-т"; рук. И.В. Чумаченко; исп.: Ю.С. Выходец [и др.]. - Харьков, 2012. - 130 с. - № ГР 0110U007311.
 19. Бурков, В.Н. Модели и методы мультипроектного управления [Текст] / В.Н. Бурков, О.Ф. Квон, Л.А. Цитович. - М.: Институт проблем управления, 1997. – 62 с.
 20. Управление проектом. Основы проектного управления [Текст]: учебник / М.Л. Разу [и др.]; под ред. М.Л. Разу. – М.: КНОРУС, 2006. -768 с.
 21. Керівництво з управління інноваційними проектами та програмами Р2М [Текст]: перекл. з англ. / під ред. С.Д. Бушуєва. – К.: Науковий світ, 2009. – 173 с.
 22. Толкунова, Ю.Н. Моделирование жизненного цикла мультипроекта разработки сложной технической системы [Текст] / Ю.Н. Толкунова // Системи обробки інформації: Зб. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. - Вип. 5 (95). - 2011. – С. 249-253.
 23. Мазур, И.И. Управление проектами [Текст]: учеб. пособие / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге. – М.: Омега-Л, 2004. – 664 с.
 24. Опп, А.Д. Управление проектами. Руководство по

- ключевым процессам, моделям и методам [Текст] / А.Д. Опр. – Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2006. – 224 с.
25. Harvey Maylor Project Management Fourth Edition Pearson Education [Текст] / Harvey Maylor. - Limited, 2010 – 414 p.
 26. Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBoK) [Текст]. – Project Management Institute, 2008. – 389 с. – (Американский национальный стандарт).
 27. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) [Текст]. – Fifth Edition. - Project Management Institute, 2013. – 589 p.
 28. ДеКарло, Д. Extreme Project Management. Экстремальное управление проектами - принципы и инструменты для достижения результата перед лицом неопределенности [Текст] / Д. ДеКарло. - М.: Р. m. Office, 2007. - 588 с.
 29. Кендалл, И. Современные методы управления портфелями проектов и офис управления проектами: Максимизация ROI [Текст]: пер. с англ. / И. Кендалл, К. Роллинз. – М.: ЗАО «ПМСОФТ», 2004. – 340 с.
 30. Larson, E.W. Project management: the managerial process [Текст] / E.W. Larson, C.F. Gray. - 5th ed. p. cm. - McGraw-Hill/Irwin, 2011. – 672 p.
 31. Мальцев, С. Расчет оптимальной численности персонала [Электронный ресурс] / С. Мальцев // Управление производством. – Режим доступа: www.hrm.ru.
 32. Товб, А.С. Управление проектами: стандарты, методы, опыт [Текст] / А.С. Товб, Г.Л. Ципес. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003. – 240 с.
 33. Журавлев, П.В. Мировой опыт в управлении персоналом. Обзор зарубежных источников

- [Текст]: монография / П.В. Журавлев, М.Н. Кулапов, С.А. Сухарев. - М.: Изд-во Рос. экон. акад., Екатеринбург: Деловая книга, 1998. - 232 с.
34. Лунев, Ю.А. Интеграция управленческих воздействий в сфере кадрового менеджмента [Электронный ресурс] / Ю.А. Лунев. – Режим доступа: www.big-group.ru.
 35. Мартин, П. Управление проектами [Текст]: пер. с англ. / П. Мартин, К. Тейт. - СПб.: Питер, 2006. - 224 с.
 36. Милошевич, Д. Набор инструментов для управления проектами [Текст] / Драган З. Милошевич: пер. с англ. Е.В. Мамонтова; под ред. С.И. Неизвестного. – М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2006. – 729 с.
 37. Shtub, A. Project Management Simulation with PTB Project Team Builder [Текст] / A. Shtub. - New York: Springer Science+Business Media, 2012 – 162 p.
 38. Шафер, Д.Ф. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимуме затрат [Текст]: пер. с англ. / Д.Ф. Шафер, Р.Т. Фатрелл, Л.И. Шафер. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. – 1136 с.
 39. Lyons, N. Interactive Project Management: Pixels, People, and Process [Текст] / N. Lyons, M. Wilker. - New Riders, 2012. - 179 p.
 40. Richman, L. Successful Project Management Third Edition [Текст] / L. Richman. - American Management Association, 2011. - 206 p.
 41. Управление персоналом [Текст]: учебник для вузов / под ред. Т.Ю. Базарова, Б.Л. Еремина. – М.: ЮНИТИ, 2002. – 560 с.
 42. Армстронг, М. Практика управління людськими ресурсами [Текст]: 10-е вид. / М. Армстронг: пер. з англ.; під ред. С.К. Мордовина. – СПб.: Питер, 2009.

– 848 с.

43. Роль службы управления персоналом в осуществлении организационных изменений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.personalmux.ru.
44. Маклаков, С.В. Моделирование бизнес-процессов с AllFusion Process Modeler (Bpwin 4.1) [Текст] / С.В. Маклаков. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2003. – 240 с.
45. Моделирование организационного управления в многоуровневых структурах [Текст] / В.Г. Кучмиев, А.И. Лысенко, В.М. Момот, И.В. Чумаченко. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2004. – 231 с.
46. Новиков, Д.А. Механизмы управления динамическими активными системами [Текст] / Д.А. Новиков, И.М. Смирнов, Т.Е. Шохина. – М.: ИПУ РАН, 2002. – 124 с.
47. Типовые решения в управлении проектами [Текст] / Д.К. Васильев, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 75 с.
48. Управління проектами: підручник [Текст] / заг. ред. О.В. Пономаренко. – Донецьк: «Донбас» – ДонДУУ, 2010. – 912 с.
49. Laufer, A. Mastering the Leadership Role in Project Management Practices that Deliver Remarkable Results [Текст] / A. Laufer. – FT Press, 2012. – 246 p.
50. Ферн, Э.Дж. Шесть шагов в будущее. Как массовая индивидуализация меняет наш мир [Текст] / Э. Дж. Ферн [та ін.]. – California: Time-To-Profit, Inc., 2003. – 147 с.
51. Фунтов, В.Н. Основы управления проектами в компании [Текст] / В.Н. Фунтов. – СПб.: Питер, 2008. – 336 с.

52. Танаев, В.М. Восьмая нота менеджмента или Бизнес, как он есть на самом деле (Практическое руководство по эффективному использованию человеческого ресурса в бизнесе) [Электронный ресурс] / В.М. Танаев, И.И. Карнаух. – 396 с. – Режим доступа: [wealth/vosmaya_nota_menedj.rar](#).
53. Новиков, Д.А. Математические модели формирования и функционирования команд [Текст] / Д.А. Новиков. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2008. – 184 с.
54. Cleland, D.I. Strategic Management of Teams [Текст] / D.I. Cleland. – New York: John Wiley & Sons, 1996. – 292 p.
55. Михеев, В.Н. Проектный менеджмент для проектно-ориентированных компаний [Текст] / В.Н. Михеев // «Консалтинг». – 2002. – №1-2. – С. 16-27.
56. Verma, V. Managing the Project Team. The Human Aspects of Project Management [Текст] / V. Verma. – V.3. - Pennsylvania, PA: PMI, 1997. – 296 p.
57. Михеев, В.Н. Современная команда менеджмента проекта [Электронный ресурс] / В.Н. Михеев // Директор ИС. – № 5. – 2001. – С. 14-21. – Режим доступа: http://www.iteam.ru/publications/project/section_37/article_383_
58. Литке, Х.Д. Управление проектами [Текст]: пер. с нем. /Х.Д. Литке, И. Кунов. – 2-е изд. – М.: Омега-Л, 2007. – 135 с.
59. Новиков, Д.А. Модели адаптации команд [Текст] / Д.А. Новиков // Управление большими системами. – 2008. – Вып. 20. – С. 57–76.
60. Йордан, Э. Смертельный марш: полное руковод. для разработчика программного обеспечения по выживанию в безнадежных проектах [Текст] /

- Э. Йордан; пер. с англ. А.М. Вендрова. – N.Y.: Prentice Hall, 1997. – 109 с.
61. Михеев, В.Н. Технология самоорганизации команды менеджмента проекта: системный подход [Электронный ресурс] / В.Н. Михеев, Е.О. Пужанова // PMSOFT. – Режим доступа: <http://www.pmssoft.ru/doc/PRACTICLE/PUB/GENERAL/PUB12.ASP>.
 62. Жуков, Ю.М. Создание и развитие команд [Электронный ресурс] / Ю.М. Жуков, А.В. Журавлев, Е.Н. Павлова. – М., 2006. – Режим доступа: <http://www.pavlova.org/section.php?paite=book>.
 63. Маргерисон, Ч.Д. «Колесо» командного управления. Путь к успеху через систему управления командой [Текст]: пер. с англ. / Ч.Д. Маргерисон. – Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2004. – 208 с.
 64. Keirse, D. Please understand me. An Essay on Temperament Stales / D. Keirse, B. Marilyn. - N.Y.: Prometheus Books, 1984. - 340 p.
 65. Kahler, T. The miniscript [Текст] / T. Kahler, H. Capers // Transactional Analysis Journal. – 1974. - № 4(1). – P. 27-42.
 66. Спенсер-мл., Л.М. Компетенции на работе [Текст]: пер. с англ. / Л.М. Спенсер-мл., С.М. Спенсер. – М: НИРО, 2005. - 384 с.
 67. Баркалов, С.А. Методы агрегирования в управлении проектами [Текст] / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, Н.М. Гилязов. – М.: ИПУ РАН, 1999. – 55 с.
 68. Демарко, Т., Человеческий фактор: успешные проекты и команды [Текст]: пер. с англ. / Т. Демарко, Т. Листер. – 2-е изд. – СПб. : Символ-Плюс, 2005. – 249 с.
 69. Балашов, В.Г. Механизмы управления организационными проектами [Текст] / В.Г. Балашов,

- А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 84 с.
70. Руководство по системному администрированию: контейнеры в Solaris - управление ресурсами и зонами [Текст]. - N.Y.: SunMicrosystems, Inc. - 564 p.
 71. Белбин, Р.М. Типы ролей в командах менеджеров [Текст] / Р.М. Белбин: пер. с. англ. – М.: НРРО, 2003. – 232 с.
 72. Microsoft Solutions Framework. White Paper. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.microsoft.com/msf>.
 73. Арефьев, А.О. Управление компетенцией и ротация человеческих ресурсов проектно-ориентированного предприятия [Электронный ресурс] / А.О. Арефьев, А.Д. Баженов. – Режим доступа: http://www.iteam.ru/publications/project/section_39/article_2499.
 74. Мельник, С.В. Зарубіжний та вітчизняний досвід розробки національних систем та рамок кваліфікацій: в схемах та таблицях [Текст] / С.В. Мельник – Луганськ : ДУ НДІ СТВ, 2011. – 47 с.
 75. Бушуев, С.Д. Управление проектами: основы проф. Знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров (National Competence BaseLine) [Текст] / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева. - Изд. 2-е. - К.: ІРІДІУМ, 2010. - 208 с.
 76. Бирюков, О.В. Обоснование требований к таксономии и соотношению между уровнями компетенций при совокупной профессиональной оценке проектных менеджеров [Текст] / О.В. Бирюков // Управление проектами и развитие: зб.наук.пр. ВНУ им. Даля. - 2010. - № 2 (34). - С. 132-147.
 77. Баркалов, П.С. Задачи распределения ресурсов в управлении проектами [Текст] / П.С. Баркалов,

- И.В. Буркова, А.В. Глаголев, В.Н. Колпачев. - М.: ИПУ РАН, 2002. – 65 с.
78. Оленцова, Н. Как создать команду и научить её зарабатывать настоящие деньги [Текст] / Н. Оленцова. - М.: НТ Пресс, 2005. - 224 с.
79. Гульяев, А.К. MS Project 2002. Управление проектами. Русифицированная версия: Самоучитель [Текст] / А.К. Гульяев. – СПб.: КОРОНА принт, 2003. – 592 с.
80. Богданов, В.В. Управление проектами в Microsoft Project 2002: учебный курс [Текст] / В.В. Богданов. – СПб.: Питер, 2003. – 640 с.
81. Primavera Project Planner Professional. Модуль «Project Management»: руководство пользователя [Текст]. – К.: "ПМСОФТ", 2004. – 451 с.
82. Бурков, В.Н. Теория графов в управлении организационными системами [Текст] / В.Н. Бурков, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 2001. - 64 с.
83. Пападимитриу, Х. Комбинаторная оптимизация: Алгоритмы и сложность [Текст] / Х. Пападимитриу, К. Стайглиц. – М.: Мир, 1985. - 283 с.
84. Караваев, А.П. Модели и методы управления составом активных систем [Текст] / А.П. Караваев. – М.: ИПУ РАН, 2003. - 136 с.
85. Губко, М.В. Механизмы управления организационными системами с коалиционным взаимодействием участников [Текст] / Губко М.В. – М.: ИПУ РАН, 2003. - 206 с.
86. Marshak, J. Elements for the theory of teams [Текст] / J. Marshak. – Management Science. – 1955. – № 1. – P. 127– 137.

87. Holmstrom, B. Moral hazard in teams [Текст] / B. Holmstrom // Bell Journal of Economics. – 1982. – Vol. 13. – P. 324–340.
88. Новиков, Д.А. Институциональное управление организационными системами [Текст] / Д.А. Новиков. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 320 с.
89. Tirole, J. A theory of collective reputation (with applications to the persistence of corruption and to firm quality) [Текст] / J. Tirole // Review of Economic Studies. – 1996. – Vol. 63. – P. 1 – 22.
90. Potters, J. Hierarchy and opportunism in teams [Текст] / J. Potters, M. Sefton, E. Heijden. – Tilburg: Tilburg University. Discussion paper, 2005 – 32 p.
91. Новиков, Д.А. Сетевые структуры и организационные системы [Текст] / Д.А. Новиков. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 240 с.
92. Петраков, С.Н. Механизмы планирования в активных системах: неманипулируемость и множества диктаторства [Текст] / С.Н. Петраков. – М.: ИПУРАН, 2001. – 140 с.
93. Milgrom, P. Economics. Organization and Management [Текст] / P. Milgrom, J. Roberts – N.Y.: Prentice-Hall, 1991. – 87 p.
94. Цыганов, В.В. Адаптивные механизмы в отраслевом управлении [Текст] / В.В. Цыганов. – М.: Наука, 1991. – 140 с.
95. Нижегородцев, Р.М. Информационная экономика [Текст] / Нижегородцев Р.М. – М.: МГУ, 2002. – 150 с.
96. Прикладная комбинаторная математика [Текст]. – М.: Мир, 1967. – 362 с.
97. Сачков В.Н. Введение в комбинаторные методы дискретной математики [Текст] / В.Н. Сачков. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 213 с.

98. Математический энциклопедический словарь [Текст] / [Гл. ред. Ю.В. Прохоров; Ред.кол.: С.И. Адян, Н.С. Бахвалов и др.] – М.: Сов. энциклопедия, 1988. – 847с.
99. Ross, K. The automation of science [Текст] / K. Ross, R. Jem, O. Stephen // Science. – 2009. – V. 324. – № 5923. – P. 85–89.
100. Скопин, И.Н. Основы менеджмента программных проектов [Текст] / И.Н. Скопин. - М.: Интернет-университет информационных технологий. ИНТУИТ.ру, 2004. - 336 с.
101. Левыкин, М. Управление проектами и ресурсами в конкурентной мультипроектной среде [Электронный ресурс] / М. Левыкин. Режим доступа: http://levykin.com/topic_multiproject_scheduling.htm. - Загл. с экрана.
102. Доценко, Н.В. Выбор структуры системы с функциональным резервированием [Текст] / Н.В. Доценко, А.И. Шипулин, А.В. Павлик, Н.А. Дидык // Системи управління, навігації та зв'язку: зб. наук. пр. Центрального науково-дослідного інституту навігації і управління. - Вип. 4. - К., 2007. - С. 118-120.
103. Бек, К. Экстремальное программирование: планирование [Текст] / К. Бек, М. Фаулер. – СПб.: Питер, 2003. - 144 с.
104. Просницкий А., Самоучитель Spider Project [Текст] / А. Просницкий. - К.: Leoconsulting, 2010. - 215 с.
105. Тернер, С.В. Основы Microsoft Solution Framework [Текст] / С.В. Тернер. – СПб.: Питер, 2008. - 244 с.
106. Лапыгин, Ю.Н. Управление проектами: от планирования до оценки эффективности [Текст] / Ю.Н. Лапыгин. – М.: Омега-Л, 2008. – 252 с.

107. Репин, В.В. Процессный проход к управлению. Моделирование бизнес-процессов [Текст] / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004. – 408 с.
108. Пат. № 7562029, США, МПК G05B 19/418. Integrated project management and development environment for determining the time expended on project tasks [Текст] / M.Mahdad, J.M. Santosuosso. – № 20080021757; заявл. 2.10.2007; опубл 14.07. 2009.
109. Wu, Ching-Seh et al., Software Project Planning Associate (SPPA): A Knowledge-Based Approach for Dynamic Software Project Planning and Tracking, IEEE 2000.
110. Maurer, F. Merging Project Planning and Web-Enabled Dynamic / Frank Maurer [Текст] // Workflow Technologies, IEEE Internet Computing. – № 6. – 2000. – P. 65-74.
111. Angermeier, G. Cooperative Project Management with RPLAN [Текст] / G. Angermeier // Projekt Magazin. - № 6. - 2002. – P. 1-6.
112. Пат. № 7734491, США, МПК G06F 17/10. Hierarchical projects in a computer-enabled project management method and system [Текст] / R. Kayahara, I. Raju, N. Viton. – № 20050278209; заявл. 15.12.2005; опубл. 8.06.2010.
113. Акофф, Р.Л. Идеализированное проектирование: как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации [Текст] / Р.Л. Акофф, Д. Магидсон, Г.Д. Эддисон; пер. с англ. Ф.П. Тарасенко. – Днепропетровск: Баланс Бизнес Букс, 2007. – 265 с.
114. Медынский, В.Г. Инновационное предпринимательство: учебное пособие [Текст] /

- В.Г. Медынский, Л.Г. Шаршукова. – М.: Инновации, 1999. – 236 с.
115. Jarnagan, H.W. Planning/Control of Professional Staff Resources [Text] / H.W. Jarnagan // AACE International Transactions. - V. 11. - 2004. - P. 124-135.
 116. Magne, J. The impact of customer expectation on software development effort estimates [Text] / J. Magne, I.K.Sjoberg // International Journal of Project Management. - Vol. 22. - 2004. - P. 317-325.
 117. Ostwald, T. A survey on software estimation in the Norwegian industry [Text] / T. Ostwald // Software Metrics. - № 4. - 2004. - P. 23-35.
 118. Briand, L.C. Resource estimation in software engineering. Encyclopedia of software engineering [Text] / L.C. Briand, I. Wiecek, J. J. Marcink. – N.Y.: John Wiley & Sons, 2001. - P. 1160-1196.
 119. Zwikael, Z. Evaluation of Models for Forecasting the Final Cost of a Project [Text] / Z. Zwikael // Project Management Journal. –Vol. 31. – №. 1. - P. 53-87.
 120. Barry, R. Software Project Duration and Effort: An Empirical Study [Text] / R. Barry // Information Technology and Management. - № 3. - 2002. - P. 113-136.
 121. Пат. № 773913, США, МПК G06Q 10/00. Project management software [Text] / J. Suresh, D. Dulaney. – № 20060178922; заявл. 10.08.2006; опубл. 15.06.2010.
 122. United States Patent 20070038493. Primary Class: 705/8, G06F 9/46 20060101 G06F009/46. Team management system [Text] / Kreitzberg C.B., Kreitzberg A.P., Whitney C. – № 203749; filing date 08.10.2003; publication date 02.10.2007. – 7 p.
 123. Armour, Ph. Ten Unmyths of Project Estimation / Ph. Armour // Communications of the ACM. - № 11. - 2002. - P. 22-30.

124. Пат. № 7983946, США, МПК G06F 17/50. Systems and methods for identifying high complexity projects [Текст] / D.T. Cassone, N.R. Marchbanks, P.R. Sapenaro. – № 11938778; заявл. 12.11.2007; опубл. 19.07. 2011.
125. Пат. № 8065177, США, МПК G06F 17/30. Project management system and method [Текст] / K. Puccio, D.B. Wells, L.D. Wheeler, B. Bradlyn. – № 20090030711; заявл. 29.01.2009; опубл. 22.11.2011.
126. Пат. № 8108232, США, МПК G06Q 10/00. System and method for project contract management [Текст] / B.T. Tracy, P.B. Fernandez. – № 11/138,132; заявл. 26.05.2005; опубл. 31.01.2012.
127. Пат. № 8108238, США, МПК G06Q 10/00. Flexible project governance based on predictive analysis [Текст] / D.T. Cassone, P.R. Sapenaro. – № 11/742,994; заявл. 1.05. 2007; опубл. 31.01.2012.
128. Olson, D.L. Comparison of Weights in Topsis Models [Текст] / D.L. Olson // Mathematical and Computer Modelling. - № 1. - 2004. - P. 10-16.
129. Ustinovichius, L. Determination of Efficiency of Investments in Construction [Текст] / L. Ustinovichius // International Journal of Strategic Property Management. - Vol. 8. - No. 1. - 2004. - P. 25.
130. Kerzner, H. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling [Текст] / H. Kerzner. – 7th Edition. – N.Y.: John Wiley & Sons, 2001. - P. 83.
131. Пат. № 8370192, США, МПК G06Q 10/00. Method and system for dynamic project management and capacity management [Текст] / D. Christopher, T. Flemming. – №20100076803; заявл. 25.05. 2010; опубл. 5.02.2013.
132. Пат. № 8335704, США, МПК G06Q 10/00. Methods and apparatus for work management and routing [Текст] /

- A. Trefler; A.G., Hofmann. – № 20060173724; заявл. 3.08.2006; опубл. 18.12.2012.
133. Buyya, R. Economic Models for Resource Management and Scheduling in Grid Computing [Текст] / R. Buyya, D. Abramson, J. Giddy // Concurrency and Computation: Practice and Experience. – V. 14. – 2002. – P. 1507-1542.
134. Пат. № 8543603, США, МПК. Visualization of data relationships between components of a project [Текст] / B.S. Rohtbart; D.J. Murphy. – №20090193001; заявл. 24.09.2013; опубл. 30.07.2009.

ДОДАТОК А

ПРИКЛАДИ ПОБУДОВИ КОМАНДИ ПРОЕКТУ

Приклад 1.

Вихідні данні: 20 6

0 1 1 0 1 0

0 1 0 1 0 0

0 1 0 1 0 1

1 1 1 0 0 0

1 0 0 0 0 1

1 0 0 1 0 1

1 1 0 1 0 0

1 0 1 0 1 0

1 0 0 1 0 1

1 1 0 0 0 1

0 1 1 0 0 0

1 0 0 1 0 1

1 0 0 0 1 0

1 0 1 0 1 0

0 1 0 1 0 1

1 0 1 0 0 0

0 1 0 1 0 1

0 0 0 1 1 1

0 1 1 0 0 0

0 1 0 0 0 1

5 2 4 3 2 2

Результати обчислення наведено в таблиці А1 (всього 2384683 варіантів).

Таблиця А1. Варіанти побудови адаптивної команди проекту

[illegible]

Продовження таблиці А1

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₁₅	P ₁₆	P ₁₇	P ₁₈	P ₁₉	P ₂₀
128	2	2	4	1	1	1	1	1	0	6	3	4	5	3	4	3	0	5	3	6
129	2	2	4	1	1	1	1	1	0	0	3	4	5	3	4	3	6	5	3	6
130	2	2	4	1	1	1	1	1	6	6	3	4	5	3	0	3	4	5	3	0
131	2	2	4	1	1	1	1	1	6	0	3	4	5	3	6	3	4	5	3	0
132	2	2	4	1	1	1	1	1	6	0	3	4	5	3	0	3	4	5	3	6
133	2	2	4	1	1	1	1	1	0	6	3	4	5	3	6	3	4	5	3	0
134	2	2	4	1	1	1	1	1	0	6	3	4	5	3	0	3	4	5	3	6
135	2	2	4	1	1	1	1	1	0	0	3	4	5	3	6	3	4	5	3	6
136	2	2	4	1	1	1	1	1	6	6	3	0	5	3	4	3	4	5	3	0
137	2	2	4	1	1	1	1	1	6	0	3	6	5	3	4	3	4	5	3	0
138	2	2	4	1	1	1	1	1	6	0	3	0	5	3	4	3	4	5	3	6
139	2	2	4	1	1	1	1	1	0	6	3	6	5	3	4	3	4	5	3	0
140	2	2	4	1	1	1	1	1	0	6	3	0	5	3	4	3	4	5	3	6
141	2	2	4	1	1	1	1	1	0	0	3	6	5	3	4	3	4	5	3	6
142	2	2	6	1	1	1	1	1	4	6	3	4	5	3	4	3	0	5	3	0
143	2	2	6	1	1	1	1	1	4	0	3	4	5	3	4	3	6	5	3	0
144	2	2	6	1	1	1	1	1	4	0	3	4	5	3	4	3	0	5	3	6
145	2	2	0	1	1	1	1	1	4	6	3	4	5	3	4	3	6	5	3	0
146	2	2	0	1	1	1	1	1	4	6	3	4	5	3	4	3	0	5	3	6
147	2	2	0	1	1	1	1	1	4	0	3	4	5	3	4	3	6	5	3	6
...

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₁₅	P ₁₆	P ₁₇	P ₁₈	P ₁₉	P ₂₀
12526	2	2	6	1	1	1	1	1	4	0	3	4	5	3	6	3	4	5	3	0
12527	2	2	6	1	1	1	1	1	4	0	3	4	5	3	0	3	4	5	3	6
12528	2	2	0	1	1	1	1	1	4	6	3	4	5	3	6	3	4	5	3	0
12529	2	2	0	1	1	1	1	1	4	6	3	4	5	3	0	3	4	5	3	6
12530	2	2	0	1	1	1	1	1	4	0	3	4	5	3	6	3	4	5	3	6
12531	2	2	6	1	1	1	1	1	4	6	3	0	5	3	4	3	4	5	3	0
...
2384649	5	4	6	3	0	6	4	3	4	1	3	1	1	1	0	1	2	5	3	2
2384650	5	4	6	3	0	0	4	3	4	1	3	1	1	1	6	1	2	5	3	2
2384651	5	4	0	3	6	6	4	3	4	1	3	1	1	1	0	1	2	5	3	2
2384652	5	4	0	3	6	0	4	3	4	1	3	1	1	1	6	1	2	5	3	2
2384653	5	4	0	3	0	6	4	3	4	1	3	1	1	1	6	1	2	5	3	2
2384654	5	4	6	3	6	0	4	3	0	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384655	5	4	6	3	0	6	4	3	0	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384656	5	4	6	3	0	0	4	3	6	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384657	5	4	0	3	6	6	4	3	0	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384658	5	4	0	3	6	0	4	3	6	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384659	5	4	0	3	0	6	4	3	6	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384660	5	4	6	3	6	0	0	3	4	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384661	5	4	6	3	0	6	0	3	4	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384662	5	4	0	3	6	6	0	3	4	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2

Продовження таблиці А1

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₁₅	P ₁₆	P ₁₇	P ₁₈	P ₁₉	P ₂₀
2384663	5	0	4	3	6	4	4	3	6	1	3	1	1	1	0	1	2	5	3	2
2384664	5	0	4	3	0	4	4	3	6	1	3	1	1	1	6	1	2	5	3	2
2384665	5	0	4	3	6	4	0	3	4	1	3	1	1	1	6	1	2	5	3	2
2384666	5	0	4	3	6	4	0	3	6	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384667	5	0	4	3	6	6	4	3	4	1	3	1	1	1	0	1	2	5	3	2
2384668	5	0	4	3	6	0	4	3	4	1	3	1	1	1	6	1	2	5	3	2
2384669	5	0	4	3	0	6	4	3	4	1	3	1	1	1	6	1	2	5	3	2
2384670	5	0	4	3	6	6	4	3	0	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384671	5	0	4	3	6	0	4	3	6	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384672	5	0	4	3	0	6	4	3	6	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384673	5	0	4	3	6	6	0	3	4	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384674	5	0	6	3	6	4	4	3	4	1	3	1	1	1	0	1	2	5	3	2
2384675	5	0	6	3	0	4	4	3	4	1	3	1	1	1	6	1	2	5	3	2
2384676	5	0	0	3	6	4	4	3	4	1	3	1	1	1	6	1	2	5	3	2
2384677	5	0	6	3	6	4	4	3	0	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384678	5	0	6	3	0	4	4	3	6	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384679	5	0	0	3	6	4	4	3	6	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384680	5	0	6	3	6	4	0	3	4	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384681	5	0	6	3	6	0	4	3	4	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384682	5	0	6	3	0	6	4	3	4	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2
2384683	5	0	0	3	6	6	4	3	4	1	3	1	1	1	4	1	2	5	3	2

Приклад 2.

Вихідні данні: 8 5

0 1 1 0 1

0 1 0 1 0

1 1 1 0 0

1 0 0 1 0

1 0 1 0 1

1 1 0 0 0

1 0 0 1 0

1 0 1 0 1

1 2 2 2 1

Варіанти побудови команди наведено в таблиці А2

Таблиця А2 - Варіанти побудови команди проекту

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
1	3	2	1	4	3	2	4	5
2	3	2	1	4	5	2	4	3
3	5	2	1	4	3	2	4	3
4	2	4	3	1	3	2	4	5
5	2	4	3	1	5	2	4	3
6	3	4	2	1	3	2	4	5
7	3	4	2	1	5	2	4	3
8	5	4	2	1	3	2	4	3
9	3	2	3	4	1	2	4	5
10	5	2	3	4	1	2	4	3
11	2	2	3	4	3	1	4	5
12	2	2	3	4	5	1	4	3
13	3	2	2	4	3	1	4	5
14	3	2	2	4	5	1	4	3
15	5	2	2	4	3	1	4	3
16	2	4	3	4	3	2	1	5

Продовження таблиці А2

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
17	2	4	3	4	5	2	1	3
18	3	4	2	4	3	2	1	5
19	3	4	2	4	5	2	1	3
20	5	4	2	4	3	2	1	3
21	3	2	3	4	5	2	4	1
22	5	2	3	4	3	2	4	1

Приклад 3.

Вихідні данні: 10 7

0 0 1 1 0 1 0

1 0 1 0 1 0 0

0 1 1 1 0 0 0

1 1 0 0 1 0 1

1 0 1 0 0 0 1

1 0 1 1 0 1 1

1 0 1 0 1 0 0

1 1 1 0 1 0 0

1 0 0 0 1 0 1

1 1 1 0 0 0 0

2 1 2 1 1 2 1

Варіанти побудови команди наведено в таблиці А3

Таблиця А3 - Варіанти побудови команди проекту

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
1	6	1	4	1	3	6	5	2	7	3
2	6	1	4	1	7	6	3	2	5	3
3	6	1	4	1	3	6	3	5	7	2
4	6	1	4	1	3	6	5	3	7	2

Продовження таблиці А3

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
5	6	1	4	1	7	6	3	3	5	2
6	6	1	4	2	1	6	3	5	7	3
7	6	1	4	2	1	6	5	3	7	3
8	6	1	4	5	1	6	3	2	7	3
9	6	1	4	7	1	6	3	2	5	3
10	6	1	4	5	1	6	3	3	7	2
11	6	1	4	7	1	6	3	3	5	2
12	6	1	4	2	3	6	1	5	7	3
13	6	1	4	2	7	6	1	3	5	3
14	6	1	4	5	3	6	1	2	7	3
15	6	1	4	7	3	6	1	2	5	3
16	6	1	4	5	3	6	1	3	7	2
17	6	1	4	7	3	6	1	3	5	2
18	6	1	4	2	3	6	5	1	7	3
19	6	1	4	2	7	6	3	1	5	3
20	6	1	4	5	3	6	3	1	7	2
21	6	1	4	7	3	6	3	1	5	2
22	6	1	4	2	7	6	3	5	1	3
23	6	1	4	2	7	6	5	3	1	3
24	6	1	4	7	3	6	5	2	1	3
25	6	1	4	5	7	6	3	2	1	3
26	6	1	4	7	3	6	3	5	1	2
27	6	1	4	7	3	6	5	3	1	2
28	6	1	4	5	7	6	3	3	1	2
29	6	1	4	2	3	6	3	5	7	1
30	6	1	4	2	3	6	5	3	7	1
31	6	1	4	2	7	6	3	3	5	1
32	6	1	4	5	3	6	3	2	7	1
33	6	1	4	7	3	6	3	2	5	1

Продовження таблиці А3

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
34	6	3	4	1	1	6	5	2	7	3
35	6	5	4	1	1	6	3	2	7	3
36	6	3	4	1	1	6	3	5	7	2
37	6	3	4	1	1	6	5	3	7	2
38	6	5	4	1	1	6	3	3	7	2
39	6	3	4	1	7	6	1	2	5	3
40	6	5	4	1	3	6	1	2	7	3
41	6	3	4	1	3	6	1	5	7	2
42	6	3	4	1	7	6	1	3	5	2
43	6	5	4	1	3	6	1	3	7	2
44	6	3	4	1	3	6	5	1	7	2
45	6	3	4	1	7	6	3	1	5	2
46	6	5	4	1	3	6	3	1	7	2
47	6	3	4	1	7	6	5	2	1	3
48	6	5	4	1	7	6	3	2	1	3
49	6	3	4	1	7	6	3	5	1	2
50	6	3	4	1	7	6	5	3	1	2
51	6	5	4	1	7	6	3	3	1	2
52	6	3	4	1	3	6	5	2	7	1
53	6	3	4	1	7	6	3	2	5	1
54	6	5	4	1	3	6	3	2	7	1
55	6	3	4	2	1	6	1	5	7	3
56	6	5	4	2	1	6	1	3	7	3
57	6	3	4	5	1	6	1	2	7	3
58	6	3	4	7	1	6	1	2	5	3
59	6	3	4	5	1	6	1	3	7	2
60	6	3	4	7	1	6	1	3	5	2
61	6	3	4	2	1	6	5	1	7	3
62	6	5	4	2	1	6	3	1	7	3
63	6	3	4	5	1	6	3	1	7	2

Продовження таблиці А3

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
64	6	3	4	7	1	6	3	1	5	2
65	6	3	4	7	1	6	5	2	1	3
66	6	5	4	7	1	6	3	2	1	3
67	6	3	4	7	1	6	3	5	1	2
68	6	3	4	7	1	6	5	3	1	2
69	6	5	4	7	1	6	3	3	1	2
70	6	3	4	2	1	6	3	5	7	1
71	6	3	4	2	1	6	5	3	7	1
72	6	5	4	2	1	6	3	3	7	1
73	6	3	4	5	1	6	3	2	7	1
74	6	3	4	7	1	6	3	2	5	1
75	6	3	4	2	7	6	1	1	5	3
76	6	5	4	2	3	6	1	1	7	3
77	6	3	4	5	3	6	1	1	7	2
78	6	3	4	7	3	6	1	1	5	2
79	6	3	4	2	7	6	1	5	1	3
80	6	5	4	2	7	6	1	3	1	3
81	6	3	4	5	7	6	1	2	1	3
82	6	5	4	7	3	6	1	2	1	3
83	6	3	4	7	3	6	1	5	1	2
84	6	3	4	5	7	6	1	3	1	2
85	6	5	4	7	3	6	1	3	1	2
86	6	3	4	2	3	6	1	5	7	1
87	6	3	4	2	7	6	1	3	5	1
88	6	5	4	2	3	6	1	3	7	1
89	6	3	4	5	3	6	1	2	7	1
90	6	3	4	7	3	6	1	2	5	1
91	6	3	4	2	7	6	5	1	1	3
92	6	5	4	2	7	6	3	1	1	3
93	6	3	4	7	3	6	5	1	1	2

Продовження таблиці А3

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀
94	6	3	4	5	7	6	3	1	1	2
95	6	5	4	7	3	6	3	1	1	2
96	6	3	4	2	3	6	5	1	7	1
97	6	3	4	2	7	6	3	1	5	1
98	6	5	4	2	3	6	3	1	7	1
99	6	3	4	2	7	6	3	5	1	1
100	6	3	4	2	7	6	5	3	1	1
101	6	5	4	2	7	6	3	3	1	1
102	6	3	4	7	3	6	5	2	1	1
103	6	3	4	5	7	6	3	2	1	1
104	6	5	4	7	3	6	3	2	1	1

Приклад 4.

Вихідні данні: 12 8

0 0 1 1 0 1 0 1

1 0 1 0 1 0 0 1

0 1 1 1 0 0 0 1

1 1 0 0 1 0 1 1

1 0 1 0 0 0 1 1

1 0 1 1 0 1 1 1

1 0 1 0 1 0 0 1

1 1 1 0 1 0 0 1

1 0 0 0 1 0 1 1

1 1 1 1 1 0 1 0

0 1 1 0 0 0 1 1

1 1 1 0 0 0 0 1

2 1 2 1 1 1 1 2

Варіанти побудови команди наведено в таблиці А4

Таблиця А4 - Варіанти побудови команди проекту

[illegible]

Продовження таблиці А4

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂
156	3	1	2	1	8	6	5	3	7	4	8	0
157	3	1	2	1	8	6	5	3	7	4	0	8
158	3	1	2	1	0	6	5	3	7	4	8	8
159	3	1	2	1	8	6	5	3	8	4	7	0
160	3	1	2	1	8	6	5	3	0	4	7	8
161	3	1	2	1	0	6	5	3	8	4	7	8
162	3	1	2	1	7	6	8	3	5	4	8	0
163	3	1	2	1	7	6	8	3	5	4	0	8
164	3	1	2	1	7	6	0	3	5	4	8	8
165	3	1	2	1	8	6	8	3	5	4	7	0
166	3	1	2	1	8	6	0	3	5	4	7	8
167	3	1	2	1	0	6	8	3	5	4	7	8
168	3	1	2	1	7	6	5	8	8	4	3	0
169	3	1	2	1	7	6	5	8	0	4	3	8
170	3	1	2	1	7	6	5	0	8	4	3	8
171	3	1	2	1	8	6	5	8	7	4	3	0
172	3	1	2	1	8	6	5	0	7	4	3	8
173	3	1	2	1	0	6	5	8	7	4	3	8
174	3	1	2	1	7	6	8	5	8	4	3	0
175	3	1	2	1	7	6	8	5	0	4	3	8
176	3	1	2	1	7	6	0	5	8	4	3	8
177	3	1	2	1	8	6	8	5	7	4	3	0
178	3	1	2	1	8	6	0	5	7	4	3	8
179	3	1	2	1	0	6	8	5	7	4	3	8
180	3	1	2	1	7	6	8	8	5	4	3	0
181	3	1	2	1	7	6	8	0	5	4	3	8
182	3	1	2	1	7	6	0	8	5	4	3	8
183	3	1	2	1	7	6	5	8	8	4	0	3
184	3	1	2	1	7	6	5	8	0	4	8	3
...
867	3	1	2	1	8	6	5	8	7	4	0	3
868	3	1	2	1	8	6	5	0	7	4	8	3
869	3	1	2	1	0	6	5	8	7	4	8	3

Продовження таблиці А4

№	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	P ₉	P ₁₀	P ₁₁	P ₁₂
870	3	1	2	1	8	6	5	8	0	4	7	3
871	3	1	2	1	8	6	5	0	8	4	7	3
872	3	1	2	1	0	6	5	8	8	4	7	3
873	3	1	2	1	7	6	8	5	8	4	0	3
874	3	1	2	1	7	6	8	5	0	4	8	3
875	3	1	2	1	7	6	0	5	8	4	8	3
876	3	1	2	1	8	6	8	5	7	4	0	3
877	3	1	2	1	8	6	0	5	7	4	8	3
878	3	1	2	1	0	6	8	5	7	4	8	3
879	3	1	2	1	8	6	8	5	0	4	7	3
880	3	1	2	1	8	6	0	5	8	4	7	3
881	3	1	2	1	0	6	8	5	8	4	7	3
882	3	1	2	1	7	6	8	8	5	4	0	3
...
1102	6	1	2	1	3	3	0	5	7	4	8	8
1103	6	1	2	1	3	3	8	5	8	4	7	0
1104	6	1	2	1	3	3	8	5	0	4	7	8
1105	6	1	2	1	3	3	0	5	8	4	7	8
1106	6	1	2	1	3	3	8	8	5	4	7	0
1107	6	1	2	1	3	3	8	0	5	4	7	8
1108	6	1	2	1	3	3	0	8	5	4	7	8
1109	4	1	2	1	3	6	3	5	7	0	8	8
1110	4	1	2	1	3	6	3	5	8	7	8	0
1111	4	1	2	1	3	6	3	5	8	7	0	8
1112	4	1	2	1	3	6	3	5	0	7	8	8
1113	4	1	2	1	3	6	3	5	8	0	7	8
1114	4	1	2	1	3	6	3	8	5	7	8	0
1115	4	1	2	1	3	6	3	8	5	7	0	8
1116	4	1	2	1	3	6	3	0	5	7	8	8
1117	4	1	2	1	3	6	3	8	5	0	7	8
1118	4	1	2	1	3	6	3	8	7	5	8	0
1119	4	1	2	1	3	6	3	8	7	5	0	8
1120	4	1	2	1	3	6	3	0	7	5	8	8

Наукове видання

ДОЦЕНКО Наталія Володимирівна

САБАДОШ Любомир Юрійович

ЧУМАЧЕНКО Ігор Володимирович

**МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМИ
РЕСУРСАМИ ПРИ ФОРМУВАННІ КОМАНД
МУЛЬТИПРОЕКТІВ ТА ПРОГРАМ**

МОНОГРАФІЯ

Відповідальний за випуск *І. В. Чумаченко*

Редактор *З. І. Зайцева*

Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

Дизайн обкладинки *Г. А. Коровкіна*

Підп. до друку 16.03.2015 р.
Друк на різнографі
Тираж 300 пр.

Формат 60х84/16
Ум. друк. арк. 5
Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4705 від 28.03.2014 р.